

# CODE2

**Cogeneration Observatory  
and Dissemination Europe**



# KWK-Roadmap Deutschland

**November 2014**

Feder führender Projektpartner: KWK kommt U.G.



*Germany is part of the non-pilot Member States of the Northern Europe CODE2 Region. The CODE2 Region 'Northern Europe' comprises the following Member States: Austria, Denmark, Finland, Germany, Sweden*



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Sie gibt nicht unbedingt die Meinung der Europäischen Union wieder. Weder die EACI noch die Europäische Kommission übernehmen Verantwortung für jegliche Verwendung der darin enthaltenen Informationen. Der Herausgeber und die Autoren übernehmen keinerlei Haftung.

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Zusammenfassung.....	3
1 Das CODE2-Projekt.....	4
2 Warum eine Roadmap für den KWK-Ausbau wichtig ist.....	5
3 Herangehensweise und Entstehung der Roadmap.....	5
4 Die KWK-Roadmap.....	6
4.1 Kriterien.....	6
4.2 Hemmnisse und Schwachstellen der KWK.....	7
4.2.1 Abstraktheit und Komplexität der KWK, als Konsequenz Defizite bei Information und Knowhow.....	7
4.2.2 Wirtschaftlichkeit und Finanzierung:.....	7
4.2.3 Hemmendes Regelungsumfeld.....	9
4.2.4 KWK-Förderung zu kompliziert für Privathaushalte.....	9
4.3 Strategische Konsequenzen.....	10
4.4 Sonstige zu beachtende Herausforderungen.....	10
4.4.1 EU-Energieeffizienzrichtlinie.....	10
4.4.2 Versorgungssicherheit.....	12
4.4.3 Umstellung auf erneuerbare Energien.....	12
4.4.4 Senkung der THG-Emissionen um 80% bis 2050.....	13
4.5 Vorgeschlagene Maßnahmen.....	13
4.5.1 Langfristige Informationskampagne.....	13
4.5.2 Schulungs- und Zertifizierungsprogramme für Fachleute.....	13
4.5.3 Anpassung von KWKG und EEG.....	14
4.5.4 CO <sub>2</sub> -Grenzwerte für neue Heizsysteme.....	14
4.5.5 Kommunen zu standardisierten Versorgungskonzepten verpflichten.....	15
4.5.6 Maßnahmen zur Stärkung des KWK-Ausbaus durch Contracting.....	16
4.5.7 Regelungsumfeld systematisch anpassen.....	16
4.6 Umsetzung: Schaffung einer dauerhaften Arbeitsgruppe KWK zur Konkretisierung und Begleitung der Roadmap.....	16
4.7 Der Roadmap-Pfad in Zahlen.....	17
4.8 Einsparung an CO <sub>2</sub> -Emissionen und Primärenergie.....	19
Anhang 1: Zusammenfassungen der wichtigsten Fakten zu KWK in Deutschland aus den einführenden Kapiteln der englischen Fassung der KWK-Roadmap.....	20

Anhang 2: Experteninterviews .....	21
Anhang 3: Annahmen und Herleitung der Pfadwerte in Kapitel 4.7.....	25
Anhang 4: Mikro-KWK-Potenzialschätzung.....	27
Anhang 5: Bio KWK Potentialschätzung .....	29
Anhang 6: Methodologies used to calculate the saving of primary energy and CO <sub>2</sub> emissions under the roadmap.....	32
Anhang 7: Quellen .....	34

## Zusammenfassung

Von 2003 bis 2011 stieg die jährliche Erzeugung von KWK-Strom von 76 auf 91 TWh an. Zugleich stieg auch der Stellenwert der KWK in der Energiepolitik.

Allerdings ist das **Bewusstsein für die mit der KWK verbundenen Chancen** immer noch nicht hinreichend entwickelt. Darin wird eine der Hauptbarrieren gesehen. Damit eng verbunden ist **fehlendes Know-how** bei Energieberatern, Planer, Installateuren und In-house-Technikern. Als Maßnahmen gegen diese Defizite werden vorgeschlagen: **Durchführung einer langfristig angelegten Informationskampagne** sowie **Schulungs- und Zertifizierungsprogramme** für Fachleute. Beide Vorschläge stützen sich auch auf Vorgaben der EU-Energieeffizienzrichtlinie (EED).

Derzeit stellen die **extrem niedrigen Strombörsenpreise** das größte Hindernis gegen das Erreichen des offiziellen Ziels eines 25%-Anteils an der Gesamtstromproduktion bis zum Jahr 2020 dar, weil die Anreize für neue KWK-Anlagen zu schwach sind. Deshalb muss eine **Korrektur des verfälschten Marktsignals** erfolgen, um für Investoren in KWK eine ausreichend attraktive Rendite zu gewährleisten. Dazu könnte das **KWK-Ausbauziel Ziel kombiniert werden mit dem Ziel der langfristigen Strom-Versorgungssicherheit**, die durch die derzeitigen Preissignale des Strommarktes nicht mehr gegeben ist. Dies könnte erfolgen durch eine Weiterentwicklung des KWK-Gesetzes zu einem Kapazitäts- und Flexibilitätsmechanismus mit zusätzlichen Vergütungen für KWK-Strom in Stunden mit überdurchschnittlichen Strompreisen.

Mit Blick auf das langfristige Dekarbonisierungsziel müsste die **KWK auf Basis Bioenergie ausgebaut und dazu wieder stärker unterstützt** werden. Zudem sollten möglichst bald bundesweit **verbindliche CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für neue Heizsysteme eingeführt** werden, was dem KWK-Ausbau zusätzliche Impulse geben würde. Die Kommunen sollten **zur Durchführung vereinfachter Wärmekonzepte** verpflichtet und bei der Umsetzung unterstützt werden. Errichtung und Betrieb von KWK-Anlagen durch **Energiedienstleistungsunternehmen (ESCO) sollte gestärkt werden**, was auch der Vorgabe der EED entspricht. Der **rechtliche Rahmen der KWK-Umsetzung auf dem Wohnungsmarkt** (Steuern; Mietrecht) sollte im Hinblick auf KWK-Kompatibilität und systematisch überprüft und angepasst werden. Die **KWK-Förderung für kleine Verbraucher und Privathaushalte sollte vereinfacht** werden.

Zur konkreten Umsetzung einer KWK-Roadmap wird vorgeschlagen, unter Federführung der Bundesregierung und Beteiligung tangierter Verbände und Wissenschaftler eine **„Arbeitsgruppe KWK“** zu bilden. Sie sollte beauftragt werden, auf Basis der Vorschläge in dieser Roadmap konkrete Empfehlungen zu erarbeiten, die sowohl an die politische Ebene als auch an die Wirtschaft zu richten wären.

Es wird eingeschätzt, dass die konsequente Umsetzung dieser Maßnahmen ein **Erreichen des im KWK-Gesetz festgelegten Zieles** einer Erhöhung des KWK-Anteils an der Gesamtstromproduktion

von 15% im Jahr 2010 auf 25% bis 2020 ermöglichen und eine weitere **Erhöhung des KWK-Anteil auf etwa ein Drittens bis 2030** bewirken könnte, wobei diese Entwicklung in Einklang stünde mit dem Ziel eines Anteils erneuerbarer Energien an der Stromproduktion von etwa 50% bis zum Jahr 2030. Die Entwicklung des KWK-Stroms würde mit einem Anstieg des KWK-Anteils an der Endenergie-Wärmeversorgung von 14% in 2010 auf 21% im Jahr 2020 und 25% im Jahr 2030 einhergehen.

Diese Roadmap macht keine Vorhersage oder einen Vorschlag für den künftigen Technologiepfad der KWK-Entwicklung. Mit welchen Anteilen sie auf dem Ausbau von Wärmenetzen oder der Mikro-KWK in Objekten basieren wird, sollte jeweils auf der lokalen Ebene im Rahmen von Wärmekonzepten entschieden werden.

Die separate **CODE2-Mikro-KWK-Analyse zeigt dabei ein enormes Potenzial der dezentralen KWK** zum Ersatz von Heizkesseln. Sie basiert auf speziellen Annahmen u.a. hinsichtlich der erwarteten "Lernkurve", also der Senkung der Produktionskosten bei wachsender Zahl der produzierten Einheiten.

Es wird angenommen, dass bis zum Jahr 2030 die in der separaten **CODE2-Bioenergie-Studie** ermittelten Potenziale für nachhaltige Bioenergie genutzt werden, so **dass Bioenergie dann 33% des KWK-Brennstoffeinsatzes** abdeckt. Dies bedeutet, dass das Wachstum der Bioenergie-Nutzung und ihrer Umstellung von Nur-Wärmeerzeugung hin zu KWK ein wichtiges Element einer KWK-Roadmap in Kombination mit einer schrittweisen Dekarbonisierung darstellt.

**Im Ergebnis wird geschätzt, dass die vorgeschlagene KWK- Roadmap im Jahr 2030 gegenüber 2010 zu einer Einsparung von jährlich 104 bis 123 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen führen könnte. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Energiesektors würden so um rund ein Drittel und die gesamten Energie basierten CO<sub>2</sub>-Emissionen um 14 bis 16% gesenkt.**

## Das CODE2-Projekt

Im Zeitraum 2008 bis 2011 wurde auf Initiative von COGEN Europe und mit Unterstützung der EU-Kommission das Projekt CODE durchgeführt. CODE steht für „Cogeneration Observatory and Dissemination Europe“ – „KWK Beobachtung und Verbreitung in Europa“.

CODE überprüfte die nationale Umsetzung der KWK-RL von 2004, analysierte die Berichte der 27 Mitgliedstaaten u.a. über ihre KWK-Potenziale und ermittelte für Europa insgesamt ein zusätzliches KWK-Potenzial von 122 GW elektrischer Leistung, 455 TWh/a Strom und 1.000 TWh/a Wärme.

Um eine verstärkte Umsetzung der Potenziale anzuregen, startete im Juli 2012 das Nachfolgeprojekt CODE2, wiederum initiiert von COGEN Europe und unterstützt vom Programm „Intelligent Energy Europe“ der EU-Kommission. Dieses Ziel soll hauptsächlich durch die Erarbeitung von KWK-Roadmaps unter Mitwirkung der relevanten Stakeholder für die einzelnen EU-Mitgliedsländer und für die EU insgesamt verfolgt werden.

Mit der Bearbeitung der KWK-Roadmaps für die Region Nord-Europa, darunter Deutschland, wurde das Beratungsbüro „KWK kommt U.G.“ beauftragt.

Weitere Informationen über das CODE2-Projekt können der Projektwebseite [www.code2-project.eu](http://www.code2-project.eu) entnommen werden.

## Warum eine Roadmap für den KWK-Ausbau wichtig ist

Die Potenziale der KWK für Ressourcenschonung und Dekarbonisierung werden bisher immer noch bei weitem unterschätzt. Die KWK wird selbst in der Fachwelt vorwiegend als Übergangstechnologie auf dem Weg in eine regenerative Energiezukunft gesehen. Sie ist jedoch viel mehr, nämlich der technologische Übergang von der bisherigen Wärmeerzeugung durch einfache Verbrennung von Brennstoffen hin zur möglichst konsequenten Nutzung bisher ungenutzter Exergiepotenziale des Brennstoffs.

Mit Kraft-Wärme-Kopplung lässt sich das Exergiepotenzial im Brennstoff optimal nutzen. Würde das technische KWK-Strompotenzial bei der Wärmeerzeugung mit Brennstoffen voll genutzt, könnte damit weit mehr als der gesamte derzeitige Strombedarf in Deutschland abgedeckt werden. Nur wirtschaftliche Restriktionen sind es, die das Potenzial einschränken. Doch mit technologischem Fortschritt und steigenden Energiepreisen wird sich die Wirtschaftlichkeitsgrenze in Zukunft weiter zugunsten der KWK verschieben.

Die erforderliche Transformation bei der Wärmeversorgung hin zu Kraftmaschinen, ist ein schrittweiser Prozess mit enormen Herausforderungen, nicht nur technisch-wirtschaftlicher Art. Entscheidend ist die Bereitschaft, bestehende Strukturen und alte Denkmuster in Frage zu stellen.

**Die Transformation erfordert ein systematisches Vorgehen unter Beteiligung der Politik und der tangierten Akteure in Wirtschaft und Gesellschaft. Sie erfordert eine Roadmap. Dabei gilt es, auch die anderen Ziele und Aufgaben im Rahmen der Energiewende zu berücksichtigen.**

## Herangehensweise und Entstehung der Roadmap

Gemäß dem Projektkonzept von CODE2, die Roadmaps interaktiv im Dialog mit Wirtschaft und Politik zu erarbeiten, wurden die Hemmnisanalyse und Aktionsvorschläge in zwei Phasen entwickelt:

Phase 1: Auf der Basis langjähriger persönlicher Erfahrungen des Autors im Bereich KWK und als Ergebnis zahlreicher Gespräche und Diskussionen u.a. auf Fachveranstaltungen, in Arbeitskreisen und in Internetforen<sup>1</sup> entstand im Zeitraum Oktober 2012 bis März 2013 eine umfangreiche Zusammenstellung von detaillierten Erfahrungen mit Hemmnissen und von Aktionsvorschlägen. Darauf aufbauend entstand bis Mai 2013 ein erster Entwurf der KWK-Roadmap Deutschland. Darin wurden die zusammengetragenen Hinweise, Meinungen und Vorschläge zusammengefasst. Der Entwurf diente als projektinterner Zwischenschritt für die weitere Entwicklung der Roadmap. In Anlage 1 werden daraus kurze Zusammenfassungen der einführenden Kapitel mit den wichtigsten Fakten zu KWK in Deutschland wiedergegeben.

Phase 2: Die Entwurfsfassung diente als Grundlage für 17 Interviews mit Experten aus unterschiedlichen mit KWK befassten Unternehmen und Verbänden im Zeitraum Juni/Juli 2013. Darin wurden, gestützt auf deutschsprachige synoptische Zusammenfassungen, die wesentlichen Hemmnisse, strategische Haupt-Elemente der Roadmap und daraus abgeleitete konkrete Aktionsvorschläge sowie Projektionen möglicher Marktentwicklungen der KWK in Zahlen ausführlich in 1- bis 3-stündigen Ge-

---

<sup>1</sup> [www.xing.com](http://www.xing.com) Gruppe Kraft-Wärme-Kopplung; [www.bhkw-forum.de](http://www.bhkw-forum.de).

sprächen in Dialogform diskutiert. Das Roadmap-Konzept wurde dabei, als lernender Prozess, bereits zwischen den einzelnen Interviews weiterentwickelt.

Teil der Interviews waren auch subjektive numerische Bewertungen der Bekanntheit der KWK in den für die Marktentwicklung relevanten gesellschaftlichen Gruppen. Die Auswertung wird Anhang 2 präsentiert.

Auf der Basis des ersten Entwurfs und unter Berücksichtigung der Experteninterviews wurde eine Diskussionsvorlage für einen Expertenworkshop erstellt, die an ca. 50 Experten versandt wurde.

Der Expertenworkshop am 9. September 2013 im Bundesumweltministerium leitete Phase 3 ein, in welcher das Roadmap-Konzept auf einer breiteren Basis diskutiert wurde. 30 Vertreter aus Bundes- und Landesministerien, Verbänden, Unternehmen und Wissenschaft folgten der Einladung zu dem Workshop. Wie in den Experteninterviews wurden auch in dem Workshop die Vorschläge zur Roadmap größtenteils positiv aufgenommen. Die rege, konstruktive Diskussion zeigte deutliches Interesse. In den Plenar- und Gruppendiskussionen zu den Einsatzbereichen Wärmenetze, Industrie und Objekt-KWK wurde der Roadmap-Entwurf mit den darin aufgeführten wesentlichen Hemmnissen, strategischen Konsequenzen, sonstigen zu beachtenden Herausforderungen und vorgeschlagenen Maßnahmen im Wesentlichen bestätigt. Ein ausführlicher Bericht über den Workshop ist auf der CODE2-Projekt-Webseite verfügbar: <http://www.code2-project.eu/national-workshops/>.

Im Nachgang zu dem Expertenworkshop wurde die durch die Umsetzung der Roadmap zu erwartende Einsparung an CO<sub>2</sub>-Emissionen und Primärenergie abgeschätzt und die Roadmap entsprechend ergänzt (s. Kapitel 1.8)

Im Zeitraum 11/2013 bis 11/2014 wurde die Roadmap auf 8 Tagungen präsentiert mit ebenfalls positiven Rückmeldungen.

In Phase 4 wird es um die Umsetzung und weitere Konkretisierung der Roadmap gehen, wobei diese Phase über die Laufzeit des CODE2-Projekts (bis Ende 2014) hinaus fort dauern soll.

## **Die KWK-Roadmap**

### **1.1 Kriterien**

Die entwickelten Vorschläge zielen naturgemäß darauf ab, vom "business as usual" abweichende, neue Elemente hinzuzufügen. Es ist notwendig, dass diese Elemente mehr oder weniger anspruchsvoll und herausfordernd sind. KWK hat gewissermaßen eine besonders "große Oberfläche". Ihr Ausbau spricht praktisch den gesamten Wärmemarkt in all seinen Facetten an. Die Protagonisten in Wirtschaft und Politik haben es mit einer Vielzahl an Berührungspunkten zu einem komplexen technischen und rechtlichen Umfeld zu tun. Unterschiedlichste Interessen sind tangiert.

Es erscheint daher unvermeidlich, dass die Meinungen der Experten über bestimmte Vorschläge unterschiedlich ausfallen. Doch vorausgesetzt, dass Einvernehmen besteht über das gemeinsame Ziel, die wirtschaftlichen KWK-Potentiale im Rahmen der Energiewende umzusetzen, dann sollte bei allen Beteiligten eine übergreifende Bereitschaft bestehen, falls notwendig auch außergewöhnliche und anspruchsvolle Maßnahmen anzugehen.

Es wird vorgeschlagen, dass sich die im Rahmen der Roadmap zu erarbeitenden Maßnahmen an folgende Kriterien orientieren, wobei die Reihenfolge keine Prioritäten wiedergibt:

- Maximierung der Brennstoffeffizienz, gemessen als Primärenergieeinsparung im Vergleich zum Status Quo (Brennstoffsubstitution);
- Wirtschaftlichkeit, Kosten-Nutzen-Verhältnis
- Gesellschaftliche Akzeptanz und politische Machbarkeit.

## 1.2 Hemmnisse und Schwachstellen der KWK

### 1.2.1 Abstraktheit und Komplexität der KWK, als Konsequenz Defizite bei Information und Knowhow

Eine der spezifischen Eigenschaften der KWK ist ihre relative Komplexität im Vergleich zu herkömmlichen Systemen für Heizung oder Prozesswärme. Ihre Vorteile liegen nicht auf der Hand, sondern sind erst auf den „zweiten Blick“ ersichtlich. Daraus resultiert ein vergleichsweise höherer Informationsaufwand, um potenziellen Nutzern und Multiplikatoren Funktion und Vorteile zu erklären. Ebenso ergibt sich ein spezifisch hoher Anspruch an Knowhow bei Herstellung, Planung und Rechtsrahmen.

Die allgemeine Bekanntheit der Kraft-Wärme-Kopplung bei wichtigen Entscheidergruppen sowie in maßgeblichen Berufen einschließlich des Know-How in den Industriebetrieben ist derzeit noch gering. Diese Defizite könnten zum begrenzenden Faktor für einen KWK-Ausbau werden. Jeder Planer und Berater, der wegen eines unzureichenden eigenen Informationsstatus über KWK nicht kompetent informieren kann, stellt selbst ein Hemmnis dar, da er aus Eigeninteresse tendenziell von KWK-Lösungen abraten und andere Lösungen empfehlen wird.

Der höhere Aufwand an Informations- und Überzeugungsarbeit gegenüber dem Kunden ist ein weiterer Grund, warum viele Planer und Installateure zögern, sich der KWK zuzuwenden, um sie als neues Angebot in ihr Leistungsportfolio aufzunehmen. Hinzu kommt der damit verbundene Fortbildungsaufwand.

Letztlich resultiert aus der Abstraktheit und Komplexität ein allgemeiner Mangel an Bewusstsein über KWK-Vorteile und -Lösungen bei potenziellen Nutzern, Entscheidern und Entscheidungsmittlern in allen Einsatz-Bereichen. Dieses Defizit wirkt sich in allen Haupteinsatzbereichen der KWK aus: Fernwärme, Industrie und Objektversorgungen.

### 1.2.2 Wirtschaftlichkeit und Finanzierung:

Die nachfolgende, aus der englischen Entwurfsfassung entnommene, zwischenzeitlich angepasste Grafik gibt einen Überblick über die Wirtschaftlichkeitssituation in den verschiedenen Segmenten des KWK-Einsatzes.

**Tabelle 1 Matrix zur Wirtschaftlichkeit der KWK**

<b>Germany</b>	<b>Mikro</b>	<b>Klein &amp; Mittel</b>	<b>Groß</b>
	<i>bis 50 kW</i>	<i>bis 10 MW</i>	<i>größer 10 MW</i>

	Erdgas	Bio	Erdgas	Bio	Erdgas	Kohle	Bio
Industrie	normal	modest	normal	modest	normal	modest	modest
Wärmenetze	normal	modest	modest	modest	modest	modest	modest
Gewerbe	normal	modest	normal	modest	not applicable	not applicable	not applicable
Haushalte	modest	poor	not applicable	not applicable	not applicable	not applicable	not applicable

**Legend:****"normal"**

Gute wirtschaftliche Ergebnisse, keine signifikanten wirtschaftlichen Hemmnisse.

**"modest"**

Wirtschaftlichkeit gedämpft, für Investoren nur eingeschränkt interessant.

**"poor"**

Ungenügende Amortisation oder Investition wegen anderer Einschränkungen nicht möglich.



In diesem Bereich nicht einsetzbar

Es wird deutlich, dass in Deutschland sehr unterschiedliche wirtschaftliche Bedingungen für die KWK vorherrschen. Für die Mikro-KWK<sup>2</sup> bestehen bei Einsatz von Erdgas (wie auch für Flüssiggas und mit Einschränkung Heizöl) bis auf die Haushalte gute wirtschaftliche Bedingungen, da KWK-Strom gegen derzeit steigende Endverbraucherpreise für Strom konkurriert und zudem die Unterstützung durch das KWKG 2012 zur Geltung kommt. Mäßig attraktiv ist hier allerdings der Einsatz von Biobrennstoffen (hier faktisch Biomethan). Weitgehend positiv stellt sich die Situation im Bereich der kleinen und mittleren KWK dar, hier auch bei Biomethan. Allerdings sind die Investitionen in klassische Biogas-KWK seit der Novellierung des EEG 2012 drastisch zurückgegangen, was auf die verschlechterte Vergütung und die Einführung einer sehr rigiden Wärmenutzungspflicht zurückgeführt wird. Eine Einschränkung bei Erdgasanlagen gilt hier wie auch bei den großen Anlagen in der Fernwärme. Während die Rentabilität in den Vor-Ort-Installationen in vielen Fällen ausgezeichnet ist, bietet die Rentabilität von BHKW und Heizkraftwerken im Energiesektor derzeit keine ausreichenden Anreize für Neuinvestitionen, da hier der erzeugte KWK-Strom unmittelbar gegen extrem niedrige Preise an der Strombörse konkurriert, verbunden mit einem sehr ungünstigen Verhältnis Strom-zu-Gaspreis.

Die Gründe für die niedrigen EEX-Strompreise sind in dem schnell steigenden Anteil erneuerbarer Energiequellen in Kombination mit den extrem niedrigen CO<sub>2</sub>-Preisen im Emissionshandel zu sehen. Die EEX-Strompreise bilden sich viertelstündlich entsprechend der Grenzkosten der nach der Merit-Order angebotenen Strommengen und hier liegen die Angebote von Strom aus Wind und Solar sowie aus Kohlestrom selbst unter Berücksichtigung der Wärmegutschrift von KWK-Anlagen im Durchschnitt günstiger als deren Stromgestehungskosten.

Die politische Intention, dass die steigenden EE-Strommengen kohlenstoff-intensive Stromproduktion verdrängen, wird derzeit durch die niedrigen Betriebskosten der Stromerzeugung in Kohlekraftwerken vor dem Hintergrund extrem niedriger Preise für CO<sub>2</sub> konterkariert.

Neue KWK-Anlagen profitieren zwar auch hier vom KWK-Gesetz 2012 mit seinen Bonuszahlungen für jede produzierte Kilowattstunde für 30.000 Vollbetriebsstunden. Die Stromgestehungskosten pro Kilowattstunde reduzieren sich um ca. 2 bis 2,3 Cent in Abhängigkeit von der Anlagengröße und ob

<sup>2</sup> Gemäß Definition in der EU-KWK-Richtlinie 2004 reicht Mikro-KWK bis 50 kW<sub>el</sub>. Es ist unterstellt, dass die Mikro-KWK-Anlagen im Bereich district heating in private Nahwärmenetze einspeisen.



die Anlage dem Emissionshandel unterliegt. Aber dieser Kostensenkungseffekt gilt nur für den begrenzten Zeitraum der Unterstützung durch das KWKG Gesetz von 30.000 Vollbenutzungsstunden und eine Investitionsrechnung wird das Risiko künftig weiter sinkender EEX-Strompreise einbeziehen.

Im Ergebnis verpufft der positive Impuls aus dem KWKG 2012 im Bereich mittlerer und großer Anlagen, deren Stromerzeugung unmittelbar gegen die Strombezugskosten an der EEX konkurriert. Im Hinblick auf die Vergütung von Überschussstrom, der in das öffentliche Netz eingespeist wird, sind auch Anlagen außerhalb der allgemeinen Versorgung von den niedrigen EEX-Strompreisen tangiert.

Im Bereich der Einfamilienhäuser befinden sich speziell auf diesen Einsatz ausgerichtete Mikro-KWK-Anlagen („Strom erzeugende Heizung“) in der Markteinführungsphase bzw. – im Falle von Brennstoffzellen – in der Feldtestphase. Ohne zusätzliche Fördermaßnahmen in Ergänzung zu KWKG und Mini-KWK-Programm sind solche Anlagen in normalen Einfamilienhäusern derzeit noch nicht konkurrenzfähig.

In der Industrie bestehen in vielen Betrieben gute bis sehr gute Rentabilitätsprognosen für KWK-Anlagen, soweit deren Stromerzeugung Bezug aus dem Netz verdrängt und für den Strombezug keine speziellen Vergünstigungen bei Netzentgelten und EEG-Umlage bestehen. Häufig scheitern hier Investitionen in Eigenerzeugung daran, dass Investitionskriterien wie für Anlagen im Kerngeschäft, also für Produktionsmaschinen, angelegt werden. Mit den dort üblichen Amortisationszeiten von maximal 3 Jahren können Investitionen in KWK-Anlagen in der Regel nicht konkurrieren.

### **1.2.3 Hemmendes Regelungsumfeld**

Die KWK ist mit ihren vielfältigen Einsatzbereichen von einer Vielzahl von gesetzlichen Vorschriften und sonstigen Regelungen tangiert, die auf konventionelle Wärmeenergieerzeugung in Zentral- oder Einzelheizungen bzw. üblichen Strombezug der Verbraucher aus dem Netz der allgemeinen Versorgung ausgelegt sind. Dies betrifft insbesondere das Recht der Wohnungswirtschaft (Mietrecht, Wohnungseigentumsrecht, ...), aber auch den Anschluss an das Stromnetz, Netzentgelte sowie einkommens- und umsatzsteuerliche Fragen. Bereits in den Vorgesprächen wurden vielfältige Hemmnisse aus der Praxis bei Genehmigung, Installation und Betrieb berichtet. Sie betreffen insbesondere Wärmelieferungen aus Fernwärme und Contracting sowie Dienstleistungen zur Unterstützung von Eigenproduktion von Wärme und Strom.

In Rahmen dieser Vorlage kann nicht auf weitere Einzelheiten eingegangen werden. Aus Zeitgründen konnten die KWK-relevanten Regelungen auch in den Expertengesprächen nicht vertieft werden.

### **1.2.4 KWK-Förderung zu kompliziert für Privathaushalte**

Mit Ausnahme des Mini-KWK-Förderprogramms von 2012 wurden die aktuellen KWK-relevanten Fördermaßnahmen (KWKG, EEG, Energie- und Stromsteuerentlastung/ -befreiung) für die Zielgruppen Energieversorger, Industrieunternehmen und größere gewerbliche Nutzer konzipiert, aber nicht für private Nutzer. Diese sind mit den dazu geforderten regelmäßigen Messung, Erfassungen und Meldung von Brennstoff-, Strom- und Wärmeströmen an Behörden bzw. Netzbetreiber in der Regel überfordert. Hinzu kommt die Abrechnung der durch die dezentrale Einspeisung "vermiedenen Netznutzungsentgelte" durch die Stromnetzbetreiber für Lieferungen in das öffentliche Netz. Für viele private Haushalte oder Kleinbetriebe als potentielle Mikro-KWK-Anwender, wirken derartige bürokratische Verpflichtungen hemmend.

Dieser in der Fachwelt seit einigen Jahren diskutierte Aspekt hat bereits im KWKG 2012 ansatzweise Berücksichtigung gefunden durch die Option für Kleinst-Anlagen bis 2 kW el, statt einer jährlich abzurechnenden Förderung über 10 Jahre eine Einmalzahlung der Zuschlagszahlungen für 30.000 Vollbenutzungsstunden gleich zu Beginn zu erhalten.

### 1.3 Strategische Konsequenzen

Aus der Hemmnisanalyse ergeben sich für die KWK-Roadmap folgende strategische Konsequenzen:

- (1) Information und Knowhow zu KWK stärken  
Auf diese Weise sollte ein systematischer Abbau der erkannten Defizite bei Information und Knowhow bewirkt werden. Ziel ist es, die allgemeine Bekanntheit der Kraft-Wärme-Kopplung und ihres hohen Stellenwertes für die Energiewende zu erhöhen sowie über Anwendungsmöglichkeiten zu informieren. In den energietechnischen tangierten Fachberufen muss KWK zum Standard-Wissen werden.
- (2) Wirtschaftliche Anreize verstärken und die Investitionssicherheit erhöhen  
Mit Blick auf die genannten Problembereiche ist hier differenziert vorzugehen. Verbesserte Wirtschaftlichkeit erhöht zugleich auch das Interesse an KWK und trägt zur Stärkung von Information und Knowhow bei.
- (3) Realisierung von KWK durch Energiedienstleistungen (Contracting) stärken  
Damit werden alle 4 analysierten Hemmnisse und Schwachstellen der KWK adressiert: Lösung des Problems Komplexität/Information/ Knowhow durch Spezialisierung ist ein alt bewährtes Erfolgsprinzip seit Beginn der Arbeitsteilung (als Ergänzung oder Alternative zum „Do-it-yourself“); und KWK ist komplex. Zugleich können durch Contracting auch spezielle Probleme der Finanzierung gelöst werden; z.B. werden KWK-Anlagen in der Industrie von Contractoren auch noch bei deutlich längeren Amortisationszeiten realisiert. Im Bereich Objekt-KWK bis hin zu privaten Haushalten könnten geeignete Dienstleistungsangebote zur Lösung des Problems der intransparenten und hemmenden Regelungen im Umfeld der KWK beitragen. Dies gilt ebenfalls für das relativ anspruchsvolle Management der Fördermöglichkeiten und weiterer mit dem KWK-Anlagenbetrieb verbundener Aufgaben bei Privathaushalten und im Kleingewerbe.
- (4) Regelungsumfeld und Förderung anpassen  
Parallel zu diesem Lösungsansatz über spezialisierte Dienstleister ist durch Vereinfachung und Anpassung des Regelungsumfeldes der Weg der Errichtung und des Betriebes von KWK-Anlagen in klassischer Eigenerzeugung zu erleichtern. Für die neue Zielgruppe Privathaushalte sollte die KWK-Förderung vereinfacht und zusammengefasst werden.

### 1.4 Sonstige zu beachtende Herausforderungen

#### 1.4.1 EU-Energieeffizienzrichtlinie

Die EU-KWK-Richtlinie von 2004 wurde anstelle einer Novellierung in die neue EU-Energieeffizienz-Richtlinie 2012 (EED) integriert. Die Richtlinie muss bis Mitte 2014 umgesetzt werden. Für einige spezielle Umsetzungsverpflichtungen besteht mehr Zeit.

In der EED ist die KWK in Artikel 14 speziell angesprochen. Daneben ist sie von einer Reihe weiterer Artikel indirekt tangiert. Die Richtlinie enthält insbesondere folgende KWK-relevante Verpflichtungen zur Umsetzung in nationales Recht, welche auch bei den Maßnahmen der KWK-Roadmap zu beachten sind:

#### Artikel 14: Förderung von Effizienz bei der Wärme- und Kälteversorgung

Durchführung einer umfassenden Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und der effizienten Fernwärme- und Fernkälteversorgung bis zum 31. Dezember 2015. Dabei wird der Analyse des nationalen Potenzials für hocheffiziente KWK gemäß der KWK-Richtlinie 2004 „umfassend Rechnung getragen“. Durch eine Kosten-Nutzen-Analyse ist es zu „ermöglichen, die ressourcen- und kosteneffizientesten Lösungen zur Deckung des Wärme- und Kälteversorgungsbedarfs zu ermitteln.“ Ergibt die Bewertung, „dass ein Potenzial für den Einsatz hocheffizienter KWK und/oder effizienter Fernwärme- und Fernkälteversorgung vorhanden ist, dessen Nutzen die Kosten überwiegt, so ergreifen die Mitgliedstaaten angemessene Maßnahmen, um eine Infrastruktur für effiziente Fernwärme- und Fernkälteversorgung auf- und auszubauen und/oder der Entwicklung der hocheffizienten KWK und der Nutzung von Wärme und Kälte aus Abwärme und erneuerbaren Energiequellen ... Rechnung zu tragen.“

#### Artikel 15: Zugang zum Stromnetz und vorrangige Abnahme von KWK-Strom

#### Artikel 16: Verfügbarkeit von Qualifizierungs-, Akkreditierungs- und Zertifizierungssystemen

„(1) Vertritt ein Mitgliedstaat die Auffassung, dass das nationale Niveau an technischer Kompetenz, Objektivität und Zuverlässigkeit nicht ausreicht, so stellt er sicher, dass bis zum 31. Dezember 2014 Zertifizierungssysteme und/oder Akkreditierungssysteme und/oder gleichwertige Qualifizierungssysteme, soweit erforderlich einschließlich geeigneter Ausbildungsprogramme, für die Anbieter von Energiedienstleistungen und Energieaudits sowie für Energiemanager und Installateure von energierelevanten Gebäudekomponenten ... bereitgestellt werden.“

#### Artikel 17: Information und Ausbildung

„(1) Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass die Informationen zu verfügbaren Energieeffizienzmechanismen sowie Finanz- und Rechtsrahmen transparent sind und umfassend bei allen einschlägigen Marktakteuren verbreitet werden, wie etwa Verbrauchern, Bauunternehmern, Architekten, Ingenieuren, Umweltgutachtern und Energieauditoren sowie Installateuren von Gebäudekomponenten gemäß der Richtlinie 2010/31/EU.“

„(2) Die Mitgliedstaaten schaffen geeignete Bedingungen, damit die Marktakteure die Energieverbraucher angemessen und gezielt über Energieeffizienz informieren und beraten können.“

„(4) Die Mitgliedstaaten fördern unter Beteiligung der Akteure, einschließlich lokaler und regionaler Behörden, zweckdienliche Informations-, Sensibilisierungs- und Ausbildungsmaßnahmen, um die Bürger über die Vorteile und die praktischen Aspekte von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zu informieren.“

#### Artikel 18: Energiedienstleistungen

„(1) Die Mitgliedstaaten fördern den Energiedienstleistungsmarkt ...“

„(2) Die Mitgliedstaaten unterstützen, sofern angemessen, das ordnungsgemäße Funktionieren des Energiedienstleistungsmarkts, indem sie ...

- b) bei Bedarf Maßnahmen ergreifen, um rechtliche und sonstige Hemmnisse zu beseitigen, welche die Nutzung von Energieleistungsverträgen und anderen Energieeffizienz-Dienstleistungsmodellen für die Ermittlung und/oder Durchführung von Energiesparmaßnahmen erschweren;“

#### Artikel 19: Sonstige Maßnahmen zur Förderung von Energieeffizienz

„(1) Unbeschadet der Grundprinzipien des Eigentums- und Mietrechts der Mitgliedstaaten beurteilen und ergreifen die Mitgliedstaaten falls erforderlich geeignete Maßnahmen zur Beseitigung rechtlicher und sonstiger Hemmnisse für die Energieeffizienz ...“

**Bei vielen Vorgaben der EED an die nationalen Regierungen bestehen erhebliche Interpretations- und Umsetzungsspielräume. Mit Blick auf eine erfolgreiche KWK-Roadmap ist grundsätzlich zu fordern, dass die Spielräume bei KWK-relevanten Verpflichtungen anspruchsvoll umgesetzt und als Anlass zum ambitionierten Handeln genutzt werden.**

#### 1.4.2 Versorgungssicherheit

Der Ersatz der Atomkraftwerke und alter Kohlekraftwerke schafft trotz schnell wachsender Kapazitäten an Wind- und Solarstromerzeugung eine Lücke in der Versorgungssicherheit, da das Stromangebot aus Wind und Sonne wetterabhängig fluktuiert. Investitionen in neue, sicher verfügbare Stromerzeugungskapazitäten werden aber angesichts sinkender Strompreise an der Börse und damit sinkender Erlöserwartungen immer unattraktiver.

Hinsichtlich der Errichtung neuer großer KWK-Anlagen bewirkt die Unsicherheit über die künftige Rentabilitätsentwicklung, bestimmt durch Erwartungen an die Strom- und Gaspreisentwicklung trotz KWKG eine deutliche Investitionszurückhaltung bei den Energieversorgern. Das Ziel, bis 2020 einen KWK-Stromanteil von 25% zu erreichen, wird deshalb voraussichtlich deutlich verfehlt werden. Dadurch könnte auch die Strom-Versorgungssicherheit insgesamt beeinträchtigt werden.

Umgekehrt könnte ein zielgerechter KWK-Ausbau sicherstellen, dass auch bei zunehmender fluktuierender Stromerzeugung aus Wind und Sonne jederzeit ausreichende Erzeugungskapazitäten verfügbar sind. Dabei ist wesentlich, dass sich Auslegung und Betriebsprofile der KWK-Anlagen ändern werden. Mit Hilfe großer Pufferspeicher wird eine zeitweise Entkoppelung von Stromerzeugung und Wärmenutzung ermöglicht. Der Anlagenbetrieb wird auf die Zeiten konzentriert, in denen ein überdurchschnittlich hoher Strompreis als Knappheitsindikator einen hohen Bedarf signalisiert. Die Anlagen werden um den Faktor 2 bis 3 größer dimensioniert als nach der bisher üblichen Auslegung. Dies bedeutet bezogen auf den geplanten Anstieg an KWK-Strom einen deutlich überproportionalen Zuwachs an KWK-Stromkapazität.

Falls ein 25%-KWK-Anteil an der Stromerzeugung zur Abwendung einer drohenden Kapazitätslücke wider Erwarten aber nicht ausreichen sollte, müsste der KWK-Ausbau entsprechend beschleunigt werden. In solchen Phasen außerhalb der Heizperiode, in denen eine vollständige Abwärmenutzung trotz Einsatz von Wärmepufferspeichern nicht möglich ist, würden Entnahme-Kondensations-KWK-Anlagen zeitweise ausschließlich Strom erzeugen, mit dennoch relativ hoher Effizienz.

Der Zubau weiterer herkömmlicher Kondensationskraftwerke und die Verlängerung des Betriebs alter Kraftwerke zwecks Sicherung ausreichender Erzeugungskapazitäten würden hingegen den KWK-Ausbau beeinträchtigen und allgemein die Effizienz- und Klimaschutzziele konterkarieren.

#### 1.4.3 Umstellung auf erneuerbare Energien

Innerhalb des Brennstoffspektrums der KWK sollte ein schrittweiser Übergang von fossiler Primärenergie zu Bioenergie und später Windgas herbeigeführt werden. Parallel dazu sollte innerhalb des Einsatzspektrums der Biobrennstoffe auch eine schrittweise Priorisierung des Einsatzes in KWK erfolgen, um die zwar noch ausbaufähigen aber flächenmäßig begrenzten Potenziale so effizient wie möglich zu nutzen.

#### 1.4.4 Senkung der THG-Emissionen um 80% bis 2050

Das erklärte Ziel der Bundesregierung ist es, die Emissionen an Treibhausgasen in Deutschland bis 2050 um mindestens 80% zu senken.

### 1.5 Vorgeschlagene Maßnahmen

#### 1.5.1 Langfristige Informationskampagne

Bundesregierung und tangierte Verbände starten 2014 mit Unterstützung der interessierten Unternehmen gemeinsam eine langfristig angelegte Informationskampagne über KWK. Ziel ist es, die KWK als eine Schlüsseltechnologie für die Erschließung enormer bisher ungenutzter Effizienzpotenziale bei der Wärmeerzeugung mit fossilen und biogenen Brennstoffen allgemein bewusst zu machen. Öffentlichkeit, Energieverbraucher und Entscheider in allen Bereichen des Wärmemarktes werden über die bestehenden Möglichkeiten der Anwendung von KWK-Lösungen informiert, erfolgreiche Praxisbeispiele werden als Vorbilder herausgestellt. Personen, die zum Erfolg des Projekts beigetragen haben, berichten über ihre persönlichen Beweggründe und Erfahrungen. Es wird gezeigt, wie Hemmnisse bei der Umsetzung überwunden wurden.

Mit einem relativ geringen finanziellen Aufwand kann mit dieser Flankierung durch intensive Informationsarbeit die Wirksamkeit der bei der Wirtschaftlichkeit der KWK ansetzenden Fördermaßnahmen erheblich verstärkt werden. Fernwärmeversorger, Hersteller, Ingenieurbüros, Installationsunternehmen und Contractoren knüpfen mit eigenen Informations- und Werbeaktivitäten an die bundesweite Kampagne an, verstärken sie und werden durch sie verstärkt.

Vorbild könnte die seit 2007 für die erneuerbaren Energien laufende Kampagne „unendlich viel Energie“ sein, für welche die „Agentur für neue Energien gegründet wurde“. Eventuell wäre auch eine Verknüpfung sinnvoll.

Mit der Kampagne würde der Forderung in Artikel 17 der EED (Information und Ausbildung) entsprochen (siehe [EU-ENERGIEEFFIZIENZRICHTLINIE](#)).

Zu einer Intensivierung der Information über KWK gehört auch eine verbesserte **Statistik**. Eine nach Sachkriterien hinreichend differenzierende Erfassung der Markt- und Bestandsentwicklung über das gesamte Einsatzspektrums der KWK erscheint auf der Basis der derzeitigen KWK-Statistik nicht sachgerecht möglich.

#### 1.5.2 Schulungs- und Zertifizierungsprogramme für Fachleute

Aufgefordert und finanziell unterstützt von der Bundesregierung entwickeln die mit KWK-relevanten Berufsausbildungen befassten Kammern und Verbände Schulungs- und Zertifizierungsprogramme für Planung und Installation von KWK-Anlagen. KWK soll zudem explizit in die Ausbildungsordnungen aufgenommen werden. Auch in das Themen-Repertoire von Energieberatern wird über Schulungsmaßnahmen der KWK-Einsatz einschließlich Fernwärme aufgenommen. Entsprechende Zertifikate werden zur Voraussetzung für Zuschüsse zu Energieberatungen gemacht.

Mit der Maßnahme würde der Forderung in Artikel 17 (4) der EED entsprochen (siehe [4.4.1.\(4\)](#))

Auch die Hochschulen und Fachhochschulen sollen zu verstärkten Lehrangeboten über KWK angeregt werden.

### 1.5.3 Anpassung von KWKG und EEG

Bei den nächsten Novellierungen von KWKG und EEG sind für die Einsatzbereiche mit zu schwacher Rentabilität von KWK-Anlagen zusätzliche Anreize und höhere Investitionssicherheit erforderlich, um das Ziel eines 25%-KWK-Anteils an der Stromerzeugung bis 2020 zu erreichen. Dazu sollte dieses Ziel verknüpft werden mit dem Ziel Versorgungssicherheit, d.h. der Sicherstellung jederzeit ausreichend verfügbarer Erzeugungskapazitäten.

Hierfür sollten die bereits bestehenden Elemente zur Flexibilisierung der Stromerzeugung und zur Verlagerung des Anlagenbetriebs in Stunden mit überdurchschnittlich hohen Strompreisen (Knappheitsindikator) weiterentwickelt werden. Zugleich muss die durchschnittliche Zuschlagshöhe pro kWh um eine Komponente erhöht werden, mit welcher der Beitrag der KWK zur Sicherheit der Stromversorgung honoriert wird. Dies könnte auch über eine Kapazitätsprämie auf die installierte Leistung erfolgen. Allerdings ist darauf zu achten, dass mit Blick auf das 25%-KWK-Strom-Ziel (Effizienzziel) ausreichende Anreize bestehen, den jeweiligen Wärmebedarf möglichst weitgehend (> 80%) in KWK zu erzeugen.<sup>3</sup>

Insgesamt müssen die Vergütungen jedenfalls so bemessen sein, dass sich eine ausreichende Rendite für Investoren in der Energiewirtschaft (insbes. Fernwärme) einstellt. Dabei sollten mit Blick auf die Erfahrungen der letzten Jahre mit unwägbareren Strom- und Gasmarktpreisen spekulative Elemente in den Investitionsentscheidungen, jedenfalls soweit sie die Energiemarktentwicklungen betreffen, durch eine Indexbindung der Zuschlagshöhe<sup>4</sup> neutralisiert werden. Der größeren Investitionssicherheit stünde aus Investorensicht ein Verzicht auf mögliche Windfall-profits gegenüber.

Für den Bereich der Haushaltskunden sollte die bereits im KWKG angebotene Vereinfachung weiter ausgebaut werden.

Für Bioenergie-KWK müssen im EEG die Investitionsanreize durch höhere Vergütungssätze verbessert werden. Künftig sollten auch Altanlagen für das Erreichen des Flexibilitäts- und Kapazitätsziels mit aktiviert werden. Für das Repowering sollten Anreize gesetzt werden, bei gleicher Stromerzeugung größere Anlagen zu installieren.

### 1.5.4 CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für neue Heizsysteme

Auf Bundesebene sollten bundesweit verbindliche Grenzwerte für die CO<sub>2</sub>-Emissionen von neuen und modernisierten Heizsystemen eingeführt werden. Diese Grenzwerte müssten dann relativ schnell schon in den nächsten Jahren deutlich abgesenkt werden.

Nach Einschätzung des Fraunhofer Institutes ISI in der Studie „100 % erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland“ von 2012 wird der Strom-Wärme-Sektor überproportional zu dem Ziel einer Senkung der THG-Emissionen um mindestens 80% bis 2050 beitragen müssen, da eine solche Reduktion in Verkehr und Industrie deutlich schwieriger zu erreichen sein dürfte. Erforderlich ist ne-

<sup>3</sup> In Dänemark wird nach Aussage der Dänischen Energieagentur inzwischen 75% der KWK-Förderung für die installierte Kapazität gezahlt, mit der unerwünschten Folge, dass der Anteil der KWK-Wärme in der Fernwärmeversorgung von 75% auf 60% gesunken ist, mit gestiegenem Anteil der Spitzenkessel.

<sup>4</sup> z.B. auf Basis des im Auftrag des VKU von Matthes und Ziesing entwickelten COGIX, der ähnlich einem Aktienindex anhand einiger Marktparameter die Entwicklung der Wirtschaftlichkeit von großen KWK-Anlagen anhand des Deckungsbeitrags übersichtlich und vereinfacht abbildet. Der COGIX müsste allerdings noch erweitert werden um den (variablen) Parameter jährliche Betriebszeit, da der Deckungsbeitrag pro MWh ohne zusätzlichen Faktor h noch nicht die maßgebliche Information über den Deckungsbeitrag pro MW und Jahr liefert. Außerdem müsste eine „angemessene“ Kapitalverzinsung festgelegt werden.

ben einer Senkung des spezifischen Nutzwärmebedarfs pro m<sup>2</sup> beheizte Fläche (insbesondere durch Wärmedämmung und kontrollierte Lüftung) zusätzlich eine dynamische Anpassung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen neuer Heizsysteme pro Kilowattstunde Nutzwärme. Je nach Modernisierungsrate und jährlichem Zubau an neuer Wohnfläche müsste mit Blick auf das Zieljahr 2050 wegen der immannten Trägheit des Emissionsdurchschnitts schon sehr bald Null- oder Nahe-Null Emissionen zur Wärmeversorgung in neuen Gebäuden und Modernisierungen zum Standard werden. Dieses Kriterium erfüllen bei Einsatz fossiler Brennstoffe derzeit und absehbar nur KWK-Systeme.<sup>5</sup>

Durch die Einführung der CO<sub>2</sub>-Grenzwerte würde zwangsläufig transparent, dass an einer schnellen und massiven Umstellung der Wärmeversorgung von Gebäuden auf KWK kein Weg vorbei führt.

### 1.5.5 Kommunen zu standardisierten Versorgungskonzepten verpflichtet

Das Momentum der EED sollte für die breite Realisierung kommunaler Wärmepläne einschließlich industrieller Abwärme genutzt werden.

Es wird vorgeschlagen, eine Verpflichtung der Städte zur Erstellung von vereinfachten, standardisierten Wärmekonzepten einzuführen.

Auf diese Weise sollen die wirtschaftlich umsetzbaren KWK-Potenziale auf Basis Fern-/Nahwärme und Gasnetzen identifiziert und die bisherigen Defizite an Aktivität auf kommunaler Ebene in diesem Bereich überwunden werden. Dazu sollte im Auftrag der Bundesregierung ein standardisiertes, vereinfachtes Planungstool entwickelt werden. Die rechtlichen Verpflichtungen für die Gemeinden müssten von den Ländern erlassen werden. Hierzu sollte ein harmonisiertes Muster in einer gemeinsamen Bund-Länder-Arbeitsgruppe entwickelt werden.

Flankierend sollten, da es um ein nationales Ziel geht, aus dem Bundeshaushalt finanzielle Unterstützungen für die Erstellung der Wärmekonzepte zur Verfügung gestellt werden.

Für die gesellschaftliche Akzeptanz und politische Umsetzbarkeit müssen auf lokaler Ebene die Bürger von den Vorteilen der politisch organisierten Bemühungen um eine effiziente und nachhaltige Energieversorgung, mit Kostenvorteilen für jeden einzelnen Haushalt, überzeugt werden. Auch hierzu ist die allgemeine Informationskampagne zu KWK hilfreich.

Ebenfalls unter dem Aspekt der sozialen und politischen Akzeptanz wird eine simultane Entwicklung von KWK-Lösungen auf breiter Linie als sinnvoll angesehen, d.h. KWK-Ausbau sowohl über Wärmenetze als auch durch Vor-Ort-Installationen (Objekt-KWK). Ziel sollte es sein, dass bei der Transformation zu einem breiteren KWK-Einsatz möglichst keine „Verlierer“ entstehen sondern in Verbindung mit Fortbildungsmaßnahmen nur Gewinner.

*Der sozialen Dimension des Energiefahrplans kommt eine große Bedeutung zu. Der Umbau wird sich auf die Beschäftigung und die Arbeitsplätze auswirken und Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen sowie einen lebhafteren sozialen Dialog erfordern. Um den Wandel effizient bewältigen zu können, müssen die Sozialpartner in Einklang mit den Grundsätzen eines gerechten Übergangs und menschenwürdiger Arbeit auf allen Ebenen eingebunden werden.*

*- Europäischer Energie Fahrplan 2050 -*

<sup>5</sup> Dieser Effekt ergibt sich infolge der Emissionsgutschrift auf die erzeugte Wärme durch Verdrängung von Strom aus alten Kohlekraftwerken. Nach Prognos betrug die durch KWK-Strom aus Erdgas eingesparte CO<sub>2</sub>-Emission in 2012 921 g/kWh. Zu beachten ist die Irrelevanz der durchschnittlichen Emissionen des Kraftwerksparks (Kraftwerksmix) oder gar aller Stromerzeuger (Stromerzeugungsmix).

### 1.5.6 Maßnahmen zur Stärkung des KWK-Ausbaus durch Contracting

Die Umsetzung von [Artikel 18 EED](#), die fordert, dass "die Mitgliedstaaten den Energiedienstleistungsmarkt fördern ..." könnte ein Kernelement für die Erschließung des KWK-Potenzials insbesondere in Industrie und Wohnungswirtschaft, aber auch in privaten Haushalten und Kleingewerbe sein. Vorgeschlagen werden:

(1) Gleichstellung Contracting mit Eigenerzeugung: Hierzu ist besonders auf Artikel 18 (2b) hinzuweisen, der dazu auffordert, „rechtliche und sonstige Hemmnisse zu beseitigen, welche die Nutzung von Energieleistungsverträgen und anderen Energieeffizienz-Dienstleistungsmodellen für die Ermittlung und/oder Durchführung von Energiesparmaßnahmen erschweren“. Dies könnte zum Anlass genommen werden, die von mehreren Verbänden schon seit Jahren geforderte Gleichstellung von KWK-Strom aus Contracting mit eigenerzeugtem Strom bei der EEG-Umlage umzusetzen.

Bisher werden Contractoren rechtlich wie Energieversorger behandelt. Sie sind jedoch Energiedienstleister. In der EnEfRL wird ausdrücklich unterschieden zwischen „Energieverteilern und/oder Energieeinzelhandelsunternehmen“ einerseits und „Energiedienstleistern“ andererseits. Gemäß den Begriffsbestimmung unter Art. 2 (24) ist ein „Energiedienstleister“ eine natürliche oder juristische Person, die Energiedienstleistungen oder andere Maßnahmen zur Energieeffizienzverbesserung in den Einrichtungen oder Räumlichkeiten eines Endkunden erbringt bzw. durchführt.

(2) Das am 1. Mai 2013 in Kraft getretene neue Mietrecht hat zu einer sachlich nicht gerechtfertigten Erschwerung der Umstellung alter ineffizienter Heizungen auf Wärmelieferungen geführt. Davon ist, neben Fernwärmelieferung, auch Wärmeliefer-Contracting betroffen. Die Umstellung auf KWK wird damit erschwert. Die nicht sachgerecht geregelte „Warmmietenneutralität“ muss reformiert werden. Sinnvolle Vorschläge seitens der Verbände liegen dazu vor.

(3) Staatliche „Hermesbürgschaften“ für KWK-Contracting zur Neutralisierung der Mehrkosten aus strukturell bedingten Ausfallrisiken (Insolvenz, Standortwechsel) bei Industrieprojekten.

### 1.5.7 Regelungsumfeld systematisch anpassen

Es wird vorgeschlagen, in einem speziellen Arbeitskreis „Regelungsumfeld“ unter Beteiligung der jeweils tangierten Ministerien und Verbände die [hemmenden Regelungen](#) (s. 4.3.2) Schritt für Schritt im Einzelnen zu identifizieren und sachgerechte Lösungen zu empfehlen.

## 1.6 Umsetzung: Schaffung einer dauerhaften Arbeitsgruppe KWK zur Konkretisierung und Begleitung der Roadmap

Die unter 4.5. vorgeschlagenen Maßnahmen sind sehr weitreichend und erfordern eine weitere Diskussion, ggf. Modifizierung und Konkretisierung. Es wird vorgeschlagen, hierzu unter Federführung der Bundesregierung und Beteiligung der tangierten Verbände und Wissenschaftler eine Arbeitsgruppe KWK zu bilden. Sie wäre zu beauftragen, konkrete Vorschläge zu erarbeiten an die politische Ebene zu richten. Auch der unter [1.5.7](#) angesprochene spezielle Arbeitskreis „Regelungsumfeld“ wäre hier anzubinden.



## 1.7 Der Roadmap-Pfad in Zahlen

Für die künftige Entwicklung der KWK-Anteile an der Strom- und Wärmeerzeugung wurde der Roadmap-Pfad und zum Vergleich ein Business-as-usual-Pfad abgeschätzt. Letzterer basiert auf der Annahme, dass es keine zusätzlichen Impulse geben wird. Die Annahmen der dargestellten Pfade sind in **ANHANG 3** beschrieben.

### Strom

Auch ohne zusätzliche Maßnahmen wird der KWK-Anteil an der Stromproduktion aufgrund der bereits bestehenden Fördermechanismen wahrscheinlich noch weiter wachsen. Allerdings dürfte das Ziel von 25% KWK-Stromanteil an der Stromerzeugung bis zum Jahr 2020 nicht einmal 2030 erreicht werden: im „business-as-usual-Pfad werden nur 19% im Jahr 2020 und 22 % im Jahr 2030 erreicht. Mit der vorgeschlagenen Roadmap sollte das 25%-Ziel % bis 2020 erreichbar sein und bis 2030 könnte der KWK-Anteil bis auf etwa ein Drittel (34%) weiter ansteigen. Dies wäre mit dem Ziel der Regie-

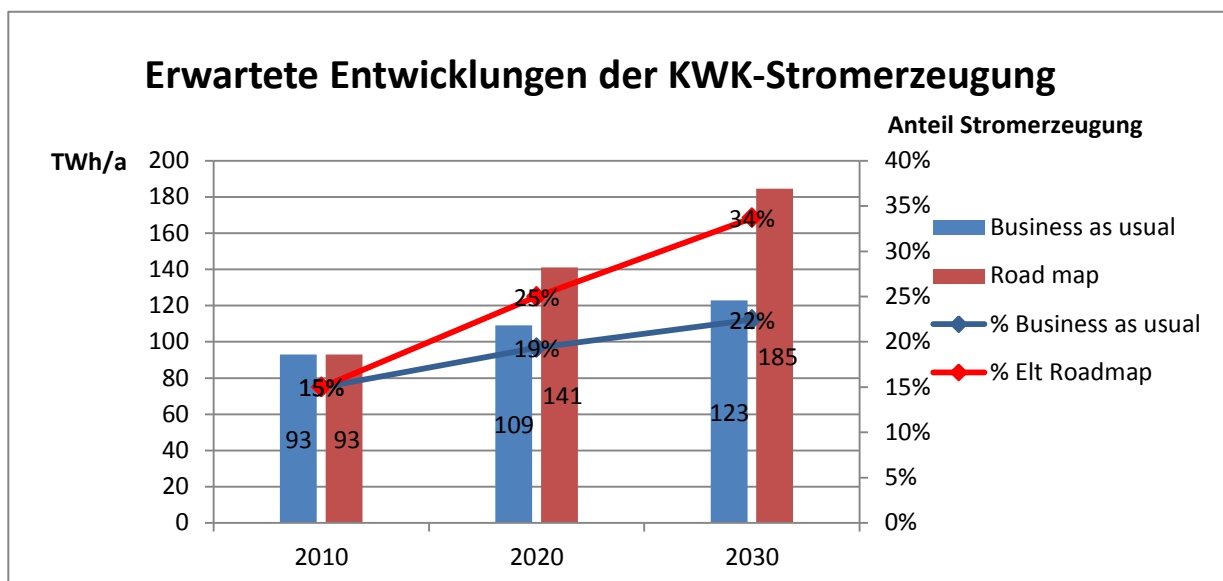


Abbildung 1 Erwartete Entwicklungen der KWK-Stromerzeugung

zung von 50% Strom aus erneuerbaren Energiequellen 2030 vereinbar, wenn die Entwicklung des Stromverbrauchs gemäß BMU-Leitstudie 2011 zugrunde gelegt wird. Bei einem 30% Bio-Energie-Anteil an KWK-Brennstoffen, wie er im PRIMES-Modell<sup>6</sup> für Deutschland 2030 geschätzt und in der (noch nicht veröffentlichten) CODE2 Potenzialstudie zu KWK mit Bioenergie bestätigt wurde, würde der Anteil der Bio-Energie-KWK an der gesamten Stromerzeugung 2030 11 % betragen. Bei einem verbleibenden fossilen KWK-Anteil von 23% würde sich dann für die übrigen erneuerbaren Energien ein Anteil von 39 % ergeben. Die Stromerzeugung aus KWK und erneuerbaren Energien würde sich zusammen auf 73% summieren. 27% wären noch durch fossile Kraftwerke abzudecken.

Von der zusätzlichen KWK-Stromerzeugung entfallen 27 % auf die Effizienzverbesserung bei Ersatz und Modernisierung von alten, wenig effizienten KWK-Anlagen durch neue, hocheffiziente KWK-Technologien.

### Wärme

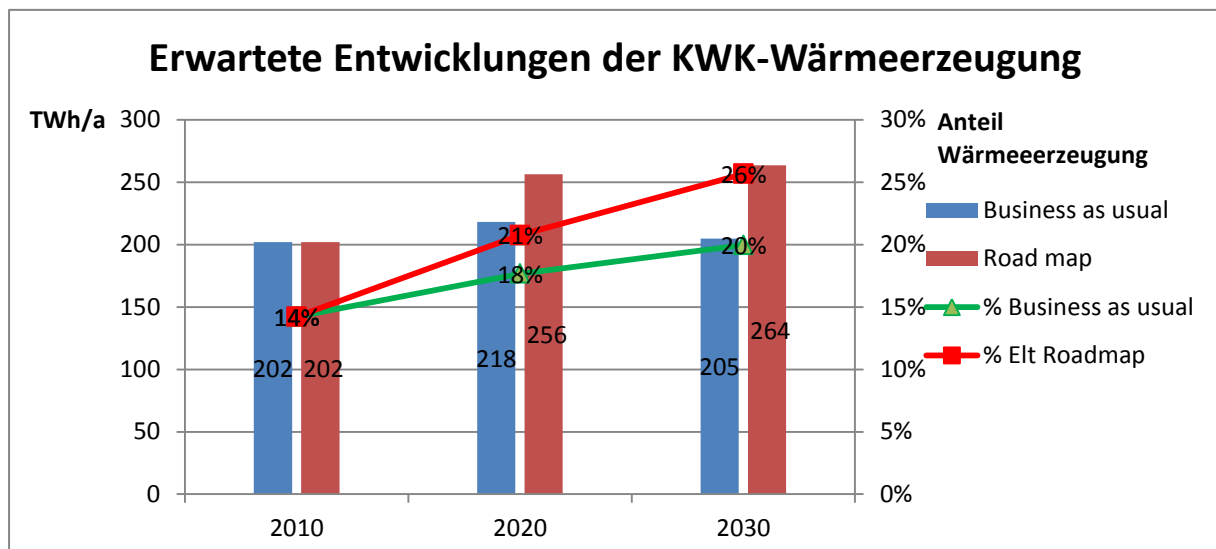
<sup>6</sup> PRIMES Energy System Model, Universität Athen im Auftrag der EU-Kommission. Als partielles Gleichgewichtsmodell für EU-Energiemärkte wird PRIMES für Prognosen, Szenarien und Analysen bis zum Jahr 2030 verwendet.

Die KWK-Wärmeerzeugung wird mit den vorgeschlagenen Maßnahmen in allen Anwendungsbereichen, Fernwärme, Industrie und Objekt-KWK, deutlich ansteigen. Innerhalb des Heizwärmemarktes wird die Entwicklung der jeweiligen Anteile von Fernwärme und Objekt-KWK vor allem von den Bemühungen um den Ausbau lokaler Wärmenetze einerseits und den weiteren technisch-wirtschaftlichen Entwicklungen der Mikro-KWK andererseits abhängen.

Generell steigt der bei einer gegebenen Wärmesenke durch KWK abgedeckte Wärmeanteil mit der oben beschriebenen Änderung der Auslegungs- und Betriebsweise von KWK-Anlagen. Diese Veränderung resultiert aus der neuen Aufgabe der KWK als Instrument zur Sicherung der Stromversorgung vor dem Hintergrund der steigenden Anteile an fluktuierendem Wind- und Solarstrom.

Im Business-as-usual-Pfad geht der KWK-Anteil am Endenergie-Wärmemarkt nach 2020 zurück.

**Abbildung 2 Erwartete Entwicklungen der KWK-Wärmeerzeugung**



## Brennstoffe

Im Hinblick auf die Klimaschutzziele wird es eine Entwicklung hin zu kohlenstoffarmen Brennstoffen wie Erdgas, Flüssiggas, Biogas, Biomethan, feste Biomasse und mittelfristig zusätzlich Methan aus Wind- und Solarenergie ("power to gas") geben.

In der BMU-Leitstudie wird die im Jahr 2030 in Deutschland unter Nachhaltigkeitskriterien für Heizung und Stromerzeugung verfügbare Menge an Biogas und fester Biomasse auf 229 TWh/a geschätzt. Von diesem Input wird eine mögliche Wärmeproduktion von 173 TWh/a erwartet. Davon sind 68 TWh der KWK zugeordnet und 105 TWh den Einzelheizungen und Heizwerken.

Bemerkenswert ist, dass letztere Zahl 25% höher liegt als 2010. Eine konsequente Energieeffizienz-Politik sollte jedoch zu einer eher abnehmenden Nutzung knapper Biobrennstoffe in ineffizienten Nur-Wärmeerzeugern (Kessel, Öfen, Heizwerke) führen. Für die Roadmap wird angenommen, dass der Anteil der Wärmeerzeugung in Einzelheizungen und Heizwerken von 2020 bis 2030 wieder auf das Niveau des Jahres 2015 absinken wird (93 TWh). Entsprechend steigt der KWK-Anteil an der thermischen Bioenergienutzung auf 79 TWh an.

Für 2030 wird ein Bio-Energie-Anteil an den KWK-Brennstoffen von 33% erwartet. Der dazu erforderliche zusätzliche Einsatz an Bioenergie von 85 TWh/a kompensiert annähernd den erwarteten Rückgang von Kohle als KWK-Brennstoff. Der KWK-Erdgaseinsatz steigt um 158 TWh/a und deckt damit 69% des Brennstoffs in neuen und modernisierten KWK-Anlagen ab.

### 1.8 Einsparung an CO<sub>2</sub>-Emissionen und Primärenergie

Als kombinierter Effekt aus der Effizienzverbesserung infolge der Substitution von getrennter Strom- und Wärmeerzeugung durch KWK sowie des Ersatzes alter KWK-Anlagen durch verbesserte neue Technologien und der Dekarbonisierung infolge des Übergangs auf Erdgas und Bioenergie resultiert eine enorme Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 119 Millionen Tonnen im Jahre 2030 bezogen auf 2010. Das sind 33 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen des gesamten Energiesektors und 16 % der energiebezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Einsparung an Primärenergie beträgt 6%.

	Substitution method				EED method			
	low case		high case		low case		high case	
PE saving	203	TWh/a	202	TWh/a	182	TWh/a	182	TWh/a
CO <sub>2</sub> saving	104	Mio t/a	123	Mio t/a	11	Mio t/a	11	Mio t/a
- per kWh el*	1,13	kg/kWh el	1,34	kg/kWh el	0,12	kg/kWh el	0,12	kg/kWh el

## **Anhang 1: Zusammenfassungen der wichtigsten Fakten zu KWK in Deutschland aus den einführenden Kapiteln der englischen Fassung der KWK-Roadmap**

(1) Where are we now? – Hintergrund und Situation der KWK in Deutschland (Zusammenfassung)

Entwicklung der KWK-Stromerzeugung: Von 2003 bis 2011 stieg der jährlich erzeugte KWK-Strom von 76 auf 91 TWh. Deutliches Wachstum in Industrie und bei kleiner KWK; relativ geringer Zuwachs des KWK-Stroms in der allgemeinen Versorgung.

Energie- und Klimastrategie: Im Rahmen der Energiewende mit dem geplanten Ausstieg aus der Kernenergie bis Ende 2022 soll der KWK-Anteil an der Stromerzeugung von 15% auf 25% im Jahr 2020 steigen, parallel zu einer Erhöhung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 17% auf 35%.

KWK-Förderung: Das erste KWK-Gesetz trat im Jahr 2001 in Kraft, seitdem gab es drei Änderungen, zuletzt 2012. Seit 2009 wird eine Bonuszahlung für die komplette Produktion von hocheffizientem KWK-Strom gewährt, Höhe und Dauer richten sich nach der Anlagenkapazität. 2009 Einbezug von Wärmenetzen, 2012 zusätzlich von Kältenetzen sowie Wärme- und Kältespeichern. Ergänzend startete im Jahr 2012 eine spezielle Förderung für "Mini BHKW" bis 20 kWel. Seit 2012 steht die Förderung von Strom aus Bioenergie im EEG grundsätzlich unter der Voraussetzung der Wärmenutzung, allerdings mit wichtigen Ausnahmen.

Wirtschaftlichkeit: Bei KWK herrschen sehr unterschiedliche wirtschaftliche Bedingungen in der Energiewirtschaft einerseits und bei Vor-Ort-Installationen in Industrie, Handel & Gewerbe und Wohngebäuden andererseits. Während die Rentabilität in den Vor-Ort-Installationen in vielen Fällen gut ist, da KWK-Strom gegen steigende Endverbraucherpreise für Strom konkurriert, ist die Rentabilität von Heizkraftwerken im Energiesektor derzeit mäßig, da hier der erzeugte KWK-Strom unmittelbar im Wettbewerb gegen sinkende Preise an der Strombörse steht.

Bekanntheit und Knowhow: Das Bewusstsein für die Bedeutung der KWK in Energie- und Umweltpolitik hat in den letzten zehn Jahren eine bemerkenswerte Entwicklung erfahren. KWK ist inzwischen bei den zuständigen politischen Gremien und in der Energiewirtschaft als ein wichtiges Element der geplanten Energiewende anerkannt. Aber in wichtigen Kunden- und Entscheidergruppen besteht immer noch ein Mangel an Bewusstsein und Informationen über KWK. Er betrifft ebenfalls relevante Teile der kommunalen Politik und Verwaltung.

(2) „What is possible?“ - KWK-Potenziale und Marktchancen (Zusammenfassung)

Die offizielle deutsche KWK-Potenzialstudie, die 2007 an die EU-Kommission berichtet wurde, ermittelte einen möglichen Anstieg der KWK-Wärmeerzeugung auf 328 TWh/a und der KWK-Stromerzeugung auf 351 TWh (s. Abb. 1). Demnach wäre ein KWK-Anteil an der gesamten Stromerzeugung von 57% machbar. Es handelt sich dabei wohl gemerkt um wirtschaftliche Potenziale ohne Berücksichtigung einer Förderung.

2009 veröffentlichte die Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE), München, eine umfassende Studie mit dem Titel "Energie Zukunft 2050". Im Referenzszenario (Rahmenbedingungen entwickeln sich nach den langfristigen Trends) steigt der KWK-Anteil an der Stromerzeugung nur bis 17% im Jahr

2020 bzw. 18% im Jahr 2030 und bleibt danach auf diesem Niveau. Im Szenario "Umweltbewusstes Handeln" steigt der Anteil auf 26% im Jahr 2020 und dann weiter auf 33% im Jahr 2030. Die KWK-Wärme könnte demnach trotz verstärkter Bemühungen bei der Gebäudedämmung auf ein Maximum von fast 388 TWh im Jahr 2030 anwachsen. Die Ergebnisse des Szenarios "Umweltbewusstes Handeln" werden in Kapitel 4.7 dieser Roadmap als Basis für die projizierte Entwicklung der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung verwendet (siehe ANHANG).

Auch eine neuere KWK-Potenzialstudie aus 2011 für die Landesregierung Nordrhein-Westfalen bestätigt das Ergebnis, dass eine erhebliche Ausweitung der Erzeugung von KWK-Strom und –Wärme möglich ist. Für den Bereich der Industrie wird im Industrieland NRW die Möglichkeit gesehen, die jährliche Produktion von KWK-Strom durch Modernisierung und Errichtung neuer Anlagen um den Faktor 4,4 von 6,2 TWh/a auf 27 TWh/a zu erhöhen.

## **Anhang 2: Experteninterviews**

Zu den Experteninterviews siehe Kapitel [0 HERANGEHENSWEISE UND ENTSTEHUNG](#) der Roadmap zu [1.2 Hemmnisse und Schwachstellen der KWK](#)

zu [1.2.1 Abstraktheit und Komplexität der KWK, als Konsequenz Defizite bei Information und Knowhow](#)

Der These, dass ein Mangel an Bewusstsein und Information über Vorteile und Lösungen der KWK zu den wesentlichen Hemmnissen gehört, stimmten in den Interviews alle 15 Experten zu, die sich dazu äußerten. 3 von ihnen betonten dabei ausdrücklich, dass dieser Aspekt gegenüber der Frage der wirtschaftlichen Attraktivität sekundär sei. Die Frage, welche Hemmnisse prioritär seien, stand freilich nicht ausdrücklich zur Debatte.

Auch die Versorgung mit Wärme aus Nah- und Fernwärme, die in Deutschland zu über 80% in KWK erzeugt wird, leidet unter diesem Mangel an Bewusstsein und Information zu KWK. Dies betrifft gerade auch die hier besonders wichtigen Entscheider in der Kommunalpolitik, bei denen das enorme Energieeinspar- und CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial der KWK zu wenig bekannt sein dürfte. Dies ist jedenfalls auch die vorwiegende Einschätzung der Interviewpartner, soweit sie sich zu diesem Punkt äußerten (7 von 9). Sie stimmen auch der These zu, dass selbst in den Stadtwerken mit Fernwärmeverversorgung, soweit sie im Querverbund arbeiten, der Stellenwert der Fernwärme im Unternehmen im Vergleich zu anderen Sparten (Strom, Gas) im Durchschnitt zu gering ist. Von 3 Experten wurde hierzu allerdings auf eine deutliche Verbesserung in den letzten Jahren hingewiesen.

Der These, dass zu den KWK-Hemmnissen ein Mangel an In-house-Know-how in Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie bei freien Planern, Installationsunternehmen und Energieberatern gehört, stimmten 5 von 9 Experten zu, die sich dazu positionierten. Von 2 dieser Experten wurde auf das Fehlen einer Gewerke übergreifende Befassung mit KWK in der Berufsausbildung des installierenden Handwerks hingewiesen. 4 von 9 Experten hielten diesen Punkt für nicht oder weniger relevant. Wichtiger sei ein ausreichender wirtschaftlicher Anreiz. Wer in einem Industriebetrieb KWK installieren wolle, müsse sich oft mit persönlichem Aufwand gegen andere Interessen durchsetzen.

Fragebogen zur Bekanntheit der KWK

Zur Bekanntheit der KWK wurde den Experten zusätzlich ein Fragebogen vorgelegt. Gefragt war nach der subjektiven Einschätzung des Grades der Bekanntheit der KWK und ihrer Bedeutung und Möglichkeiten. Die durchschnittlichen Ergebnisse (Punkte) sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Die zudem jeweils angegebene Standardabweichung (s) gibt einen Hinweis über die Streuung der Einschätzungen. Sie sagt aus, in welchem Punktebereich jeweils 68% der Antworten liegen. Beispiel: Die Bekanntheit der KWK in Versorgungsunternehmen wurde durchschnittlich mit 3,9 bewertet, wobei 68% der Angaben im Bereich +/- 0,9 lagen, also zwischen 3,0 und 4,8.

Deutlich wird die allgemeine Einschätzung, dass die KWK in der breiten Öffentlichkeit noch wenig bekannt ist (1,9). Damit korrespondiert die geringe Bekanntheit in wichtigen Kundengruppen (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Haushalte). Bemerkenswert erscheinen die relativ niedrigen Einstufungen von Leistungsanbietern im relevanten Markt mit Ausnahme der Hersteller und Energiedienstleister. Beachtliche Schwachpunkte werden auch bei den Medien, den Hochschulen/ Fachhochschulen sowie den Regional- und Stadtplanern gesehen. Für die Kommunen wird immerhin durchschnittlich ein „beginnendes Interesse“ (3) eingeschätzt. Allerdings sehen alle Experten eine erhebliche Bandbreite zwischen den Kommunen, die von „sehr gering“ bis „aktiv“ reicht.

**Tabelle 2 Bekanntheit der KWK**

Einschätzung des Grades der Bekanntheit der KWK und ihrer Bedeutung und Möglichkeiten. Bei einigen Gruppen geht es auch darum, wie intensiv Wissen/Knowhow über KWK sind.					
- 17 Antworten -					
1. sehr gering 2. gering 3. beginnendes Interesse 4. deutliches Interesse 5. aktiv	Durchschnitt	s (68%)		Durchschnitt	s (68%)
<b>Kunden</b>			<b>Einflussgruppen</b>		
Versorgungsunternehmen	3,9	0,9	Allgemeine Öffentlichkeit	1,9	0,7
Industrie	3,7	0,8	Verbände	3,8	0,9
Gewerbe, Handel, Dienstl.	2,7	0,7	Medien	2,5	1,0
Haushalte	1,5	0,7	Hochschulen, Fachhochschulen	3,0	0,9
<b>Markt (Anbieter)</b>			Umweltverbände	3,6	0,8
KWK-Hersteller	4,9	0,3	Forschungsinstitute	3,4	0,8
Energieberater	3,6	0,8	<b>Politik</b>		
Planer/Ingenieurbüros	3,3	0,9	Bund	3,5	1,1
Installationsunternehmen	2,3	0,6	Länder	3,3	0,9
Stromnetzbetreiber	2,3	1,3	Kommunen	3,1	0,9

Energiedienstleister	3,8	0,9	Energieagenturen	4,1	0,7
Architekten	1,7	0,6	Regional- und Stadtplaner	2,4	0,8
Banken	1,6	0,8			

#### zu 1.2.2 Wirtschaftlichkeit und Finanzierung:

Der Aussage, dass die niedrigen und weiter sinkenden EEX-Strompreise ein ernstes Hemmnis für den KWK-Ausbau darstellen, wurde den 11 Experten, die sich dazu äußerten, zugestimmt.

Zu der Aussage, dass in der Industrie der KWK-Ausbau durch zu hohe Amortisationsanforderungen beeinträchtigt wird, äußerten sich nur 3 Experten, davon 2 uneingeschränkt zustimmend, während hierin von einem Experten nicht das wichtigste Hemmnis gesehen wird. Stattdessen machte er vielfach einen von den Banken vorgegeben Kreditrahmen verantwortlich, der oft nur für Investitionen im Kerngeschäft reiche, so dass kein Budget für KWK-Investitionen bestehe.

Es wurde auch darauf hingewiesen, dass der Einsatz von KWK in der Industrie nach der Novellierung des KWKG 2012 deutlich angestiegen sei, zuletzt allerdings wieder beeinträchtigt durch die Diskussion über eine „Strompreisbremse“.

Ein Experte monierte eine Benachteiligung der Fernwärme-KWK gegenüber Eigenerzeugung in Industrie und Objektversorgung, weil nur durch Energieversorger ein Beitrag zur Finanzierung des EEG geleistet werden müsse (EEG-Umlage).

#### zu 1.2.3 Hemmendes Regelungsumfeld

In den Experteninterviews wurde bestätigt, dass das gesamte Regelungsumfeld noch zu wenig auf einen breiten Technologiewechsel hin zur KWK ausgerichtet ist, und dass darin ein massives Hemmnis zu sehen ist. Dieser Punkt wurde von mehreren Experten als besonders wichtig unterstrichen. Hingewiesen wurde auf unnötig hohe Transaktionskosten durch nicht abgestimmte, kleinteilige und teilweise sogar widersprüchliche Regelungen und Begriffsbestimmungen in einzelnen Vorschriften (zB unterschiedliche Anlagenbegriffe in KWKG, EEG, EnergieStV) sowie auf nicht sachgerechte Regelungen bei den vermiedenen Netzentgelten in der StromNEV, die im Übrigen generell an den Übergang auf dezentrale Erzeugung angepasst werden müsste. Es wurde auch mehrfach darauf hingewiesen, dass die KWK wegen ihrer großen „Oberfläche“ zu tangierten Bereichen von häufigen Änderungen der Gesetzeslage und Unsicherheiten bei der Auslegung von gesetzlichen Vorschriften besonders stark betroffen sei. Dies stelle insbesondere ein Problem für kleine und mittlere Unternehmen sowie für Privatpersonen dar.

#### zu 1.2.4 KWK-Förderung zu kompliziert für Privathaushalte

Alle 10 Experten, die sich zu diesem Punkt äußerten, sahen hier ein wesentliches Hemmnis, an dem weiter gearbeitet werden müsse.

#### zu 1.3 Strategische Konsequenzen

Entsprechend der weitgehenden Zustimmung zur Hemmnisanalyse bestand diese auch bei den strategischen Konsequenzen. Einvernehmen bestand, dass eine Intensivierung von Information und Knowhow-Aufbau keine Alternative für eine Stärkung der Rentabilität in den betroffenen Bereichen darstellen können. Zwei Experten wandten sich gegen eine Stärkung des Contracting. Von einem wurde argumentiert, Contracting stelle keine zusätzliche Wertschöpfung dar und sei daher prinzipiell

entbehrlich. Der andere sah eine Gefahr für die Eigenständigkeit der installierenden Handwerksbetriebe. Eine Anpassung des Regelungsumfeldes hielten alle 10 Experten, die sich dazu äußerten, für wichtig.

#### zu 1.5 Vorgeschlagene Maßnahmen

##### zu 1.5.1 Langfristige Informationskampagne

Zustimmungen 14. Ablehnungen: keine.

##### zu 1.5.2 Schulungs- und Zertifizierungsprogramme für Fachleute

10 Experten stimmten zu, dass KWK in die Ausbildungsordnungen aufgenommen werden sollte und dass Fortbildungsmaßnahmen zu KWK erforderlich seien. 3 stimmten explizit nicht zu („bringt nichts“; „es gibt schon genug Angebote“.)

##### zu 1.5.3 Anpassung von KWKG und EEG

Dem Vorschlag, die Anreize in KWKG und EEG in Verbindung mit einer Verstärkung der Kapazitäts- und Flexibilitätsmechanismen zu erhöhen, stimmten 12 Experten zu, wobei allerdings der Kapazitätsaspekt häufig nicht vertieft wurde. 2 Experten äußerten die Ansicht, dass die Sicherung ausreichender Erzeugungskapazitäten zusätzlich oder ausschließlich über einen separaten Kapazitätsmechanismus zu erfolgen habe.

##### zu 1.5.4 CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für neue Heizsysteme

Der Ansatz basiert auf einem Vorschlag in einer Studie zum EEWärmeG aus 2010, wonach die Kommunen über eine Änderung des Baugesetzbuches ermächtigt werden sollen, für ihr Gebiet eine Obergrenze des Verbrauchs fossiler Energieträger für Heizzwecke oder der zugehörigen CO<sub>2</sub>-Emissionen festzulegen<sup>7</sup>. Mit der Modifikation, dass diese Grenzwerte auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro kWh Nutzwärme bezogen und im Zeitverlauf dynamisch im Hinblick auf einen Zielwert 2050 abgesenkt werden sollten, wurde zunächst dieser Vorschlag in den ersten Experteninterviews diskutiert. Dabei wurde schon in den ersten Gesprächen herausgearbeitet, dass eine Festlegung der Grenzwerte durch die einzelnen Kommunen nicht zielführend wäre („Flickenteppich“, Standortwettbewerb würde ambitionierte Grenzwerte oft verhindern.) Mit der weiteren Modifikation, dass dynamisch absinkende Grenzwerte nicht durch die Kommunen sondern auf Bundesebene festzusetzen und auf kommunaler Ebene im Vollzug umzusetzen seien, wurde der Vorschlag von 9 Experten prinzipiell unterstützt und nur von einem explizit abgelehnt („Vollzug funktioniert nicht, wie schon bei der EnEV“). 7 Experten äußerten keine Position dazu.

##### zu 1.5.5 Kommunen zu standardisierten Versorgungskonzepten verpflichten

12 Zustimmungen, 1 skeptische Position („Nicht umsetzbar wegen Widerständen“). Aussagen: „Konzepte müssen dann auch umgesetzt werden. Mehr Verantwortlichkeit und Verpflichtung notwendig.“ „Aufklärung über KWK gehört unbedingt mit dazu.“ „Im Prinzip richtig, jedoch besteht Gefahr, dass nur Papier produziert wird (Mangel im Vollzug)“. „Besser nicht ´verpflichten`, weil psychologisch ungünstig; besser ´Integration des KWK-Ausbaus in die Bauleitplanung` fordern.“

##### zu 1.5.6 Maßnahmen zur Stärkung des KWK-Ausbaus durch Contracting

<sup>7</sup> Ökoinstitut et.al. „Ergänzende Untersuchungen und vertiefende Analysen zum EEWärmeG (Folgevorhaben) – Endbericht, 12/2010; Kapitel 7.2.



Grundsätzlich weitgehende Zustimmung, wie bereits unten „[ZU 1.3 STRATEGISCHE KONSEQUENZEN](#)“ berichtet. Keine eingehenden Diskussionen zu einzelnen Vorschlägen.

#### zu 1.5.7 Regelungsumfeld systematisch anpassen

Breite Zustimmung, siehe „[ZU 1.3 STRATEGISCHE KONSEQUENZEN](#)“. Die Bildung eines speziellen AK „Regelungsumfeld“ wurde mit 6 Experten explizit erörtert, die alle zustimmten.

#### zu 1.6 Umsetzung: Schaffung einer dauerhaften Arbeitsgruppe KWK zur Konkretisierung und Begleitung der Roadmap

Diese im Laufe der Experteninterviews entstandene Idee wurde erst in den letzten 5 Gesprächen als Möglichkeit jeweils zum Schluss kurz angesprochen. Der Gedanke stieß auf Interesse, zum Teil auch erklärte Zustimmung. Eine ausführlichere Erörterung erfolgte aus Zeitgründen nicht.

#### zu 1.7 Der Roadmap-Pfad in Zahlen

Den Business-as-usual-Pfad bei Strom schätzten 10 von 14 Experten als realistisch ein, 3 sehen unter diesen Bedingungen eine pessimistischere Entwicklung voraus, einer eine optimistischere (in Erwartung des Marktdurchbruchs der Brennstoffzelle).

Den Roadmap-Pfad hielten 13 Experten für realistisch, einer sah in der Stärkung von kommunalen Versorgungskonzepten und des Contractings eher hemmende Elemente, die das Erreichen des 25%-KWK-Anteils bis 2020 verhindern würden.

Der über Stromkennzahlen abgeleitete Pfad auf der Wärmeseite wurde nicht gesondert diskutiert.

## **Anhang 3: Annahmen und Herleitung der Pfadwerte in Kapitel 4.7**

### Business-as-usual-Pfad

Die prospektierten Zahlen basieren auf dem Referenz-Szenario der in Kapitel 3 genannten FfE-Studie. Obwohl mittlerweile die Förderung der fossilen KWK mit den KWKG-Novellen 2009 und 2012 verbessert wurde, werden diese positiven Effekte derzeit von den negativen Auswirkungen der niedrigen EEX-Strompreise und den verschlechterten Bedingungen für Bio-Energie aufgrund der EEG-Novelle 2012 überlagert. Aus dem Referenzszenario wurden die Stromproduktionszahlen nicht direkt entnommen, sondern nur die dort prognostizierten absoluten Steigerungen im Vergleich zu 2010. Die Datenbasis für das Jahr 2010 hat sich inzwischen verändert, so dass die KWK-Stromerzeugung mit 93 TWh um 12 TWh höher angesetzt wird als 2009 in den FfE-Studie. Um Verzerrungen zu vermeiden, wurde die Differenz von 12 TWh den prospektierten Werten des Referenz-Szenarios hinzuaddiert.

Die Werte auf der Wärmeseite wurden aus den Stromwerten durch Annahmen über die Entwicklung der durchschnittlichen Stromkennzahl abgeleitet. In Anbetracht der hohen Effizienz der neuen Anlagen wird davon ausgegangen, dass die mittlere Stromkennzahl von 46% im Jahr 2010 auf 50% im Jahr 2020 und 60% im Jahr 2030 steigen wird.

### Roadmap Pfad

Die in Kapitel 4 vorgeschlagenen Maßnahmen oder gleichwertige Maßnahmen werden umgesetzt.

Für das Jahr 2020 wird ein 25%-KWK-Anteil an der Stromerzeugung entsprechend dem Ziel der Energiewende als „Ankerpunkt“ gesetzt. Bezogen auf die erwartete gesamte Stromproduktion in der BMU-Leitstudie 2011 wird die KWK-Stromerzeugung in TWh/a berechnet. Die KWK-Stromerzeugung

im Jahr 2030 wird aus dem Szenario "Umweltbewusstes Handeln" der in Kapitel 3 erwähnten FfE-Studie abgeleitet, wobei auch hier wie beim Business-as-usual-Pfad eine Bereinigung um die inzwischen aktualisierten Zahlen zur KWK-Stromerzeugung erfolgte.

Bemerkenswert ist, dass das Szenario "Umweltbewusstes Handeln" von den Autoren der FfE-Studie explizit als möglich, aber eher unwahrscheinlich eingestuft wurde. Als am wahrscheinlichsten beurteilten sie das Referenzszenario. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Studie zwei Jahre vor der Katastrophe von Fukushima und der Entscheidung zum Ausstieg aus der Kernenergie erstellt wurde.

Der KWK-Stromanteil wurde wiederum mit Bezug auf die gesamte Stromerzeugung gemäß BMU-Leitstudie 2011 berechnet.

Die KWK-Wärme in 2020 und 2030 wurde jeweils von der Stromproduktion abgeleitet unter Verwendung der folgenden durchschnittlichen Stromkennzahlen: 55% im Jahr 2020 und 70% im Jahr 2030. Sie liegen höher als beim Business-as-usual-Pfad wegen des schneller steigenden Anteils von neuen oder modernisierten KWK-Anlagen mit hohen Stromkennzahlen > 1 bei mittleren und großen Motor-BHKW und GuD-Anlagen und sogar > 2 bei Brennstoffzellen.

# Anhang 4: Mikro-KWK-Potenzialschätzung



## micro-CHP potential summary Germany



### Country statistics

Population: 81 800 000 (2010)  
 Number of households: 38 950 000 (2010)  
 GDP per capita: € 30 300 (2010)  
 Primary energy use: 217 000 ktoe/year (2010)  
 GHG-emissions: 937 Mton CO<sub>2,eq</sub>/year (2010)

### Household systems (±1 kWe) Boiler replacement technology

#### Present market (2013)

Boiler stock: 11 800 000 units  
 Boiler sales: 550 000 units/year

#### Potential estimation

Indicator	Score
Market alternatives	0
Global CBA	4
Legislation/support	2
Awareness	1
Purchasing power	3
<b>Total</b>	<b>10 out of 12</b>

### SME & Collective systems (±40 kWe) Boiler add-on technology

#### Present market (2013)

Boiler stock: 2 140 000 units  
 Boiler sales: 99 000 units/year

#### Potential estimation

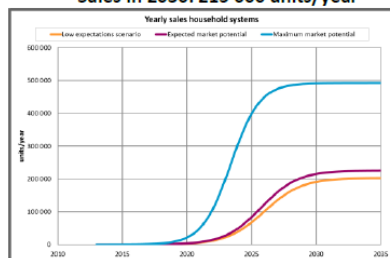
Indicator	Score
Market alternatives	1
Global CBA	2
Legislation/support	3
Awareness	1
<b>Total</b>	<b>6 out of 9</b>

Market share in 2030: 41% of boiler sales in Household sector

Market share in 2030: 23% of boiler sales in SME & Coll. sector

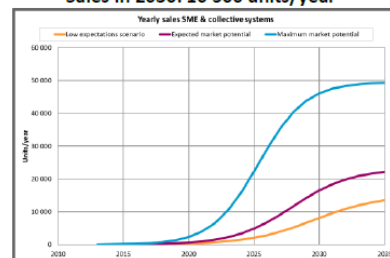
### Yearly sales

Sales in 2020: 3 800 units/year\*  
 Sales in 2030: 215 000 units/year\*



### Yearly sales

Sales in 2020: 640 units/year\*  
 Sales in 2030: 16 500 units/year\*



### Stock

Stock in 2020: 7 500 units\*  
 Stock in 2030: 1 070 000 units\*  
 Stock in 2040: 2 250 000 units\*

### Stock

Stock in 2020: 4 200 units\*  
 Stock in 2030: 71 000 units\*  
 Stock in 2040: 217 000 units\*

### Potential savings in 2030

**Primary energy savings:**  
 22 PJ/year\*  
 530 ktoe/year\*  
**GHG-emissions reduction:**  
 1.6 Mton CO<sub>2,eq</sub>/year\*

### Potential savings in 2030

**Primary energy savings:**  
 59 PJ/year\*  
 1 400 ktoe/year\*  
**GHG-emissions reduction:**  
 4.1 Mton CO<sub>2,eq</sub>/year\*

\*Corresponding to the expected potential scenario.



## micro-CHP score card Argumentation



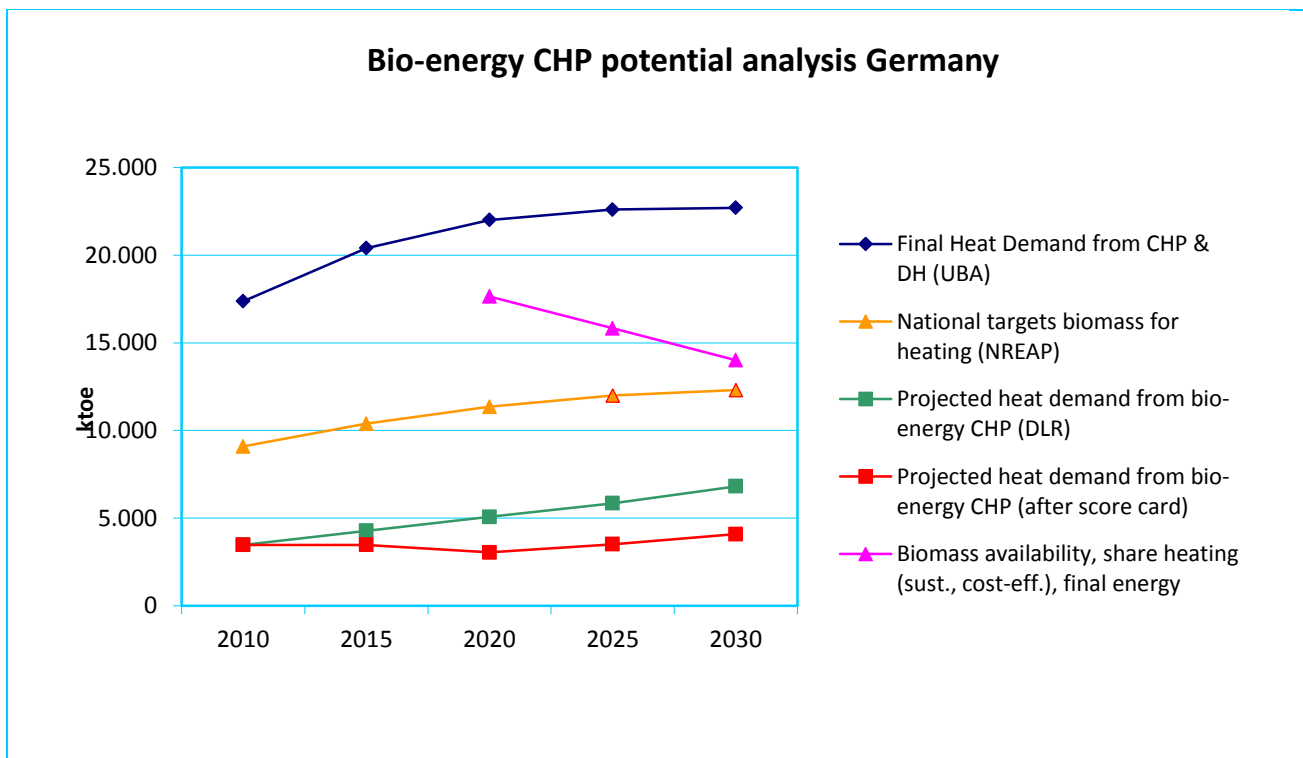
The score card is used to assess the relative position of an EU country based on current regulations, markets and economics. The score itself functions as input to the implementation model to 2030.

<b>±1 kWe systems (Households)</b> <i>Boiler replacement technology</i>	<b>±40 kWe systems (SME &amp; Collective systems)</b> <i>Boiler add-on technology</i>																										
<b>Scorecard</b>	<b>Scorecard</b>																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Indicator</th> <th>Score</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Market alternatives</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Global CBA</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Legislation/support</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Awareness</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Purchasing power</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>10 out of 12</b></td> </tr> </tbody> </table>	Indicator	Score	Market alternatives	0	Global CBA	4	Legislation/support	2	Awareness	1	Purchasing power	3	<b>Total</b>	<b>10 out of 12</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Indicator</th> <th>Score</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Market alternatives</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Global CBA</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Legislation/support</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Awareness</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>6 out of 9</b></td> </tr> </tbody> </table>	Indicator	Score	Market alternatives	1	Global CBA	2	Legislation/support	3	Awareness	1	<b>Total</b>	<b>6 out of 9</b>
Indicator	Score																										
Market alternatives	0																										
Global CBA	4																										
Legislation/support	2																										
Awareness	1																										
Purchasing power	3																										
<b>Total</b>	<b>10 out of 12</b>																										
Indicator	Score																										
Market alternatives	1																										
Global CBA	2																										
Legislation/support	3																										
Awareness	1																										
<b>Total</b>	<b>6 out of 9</b>																										
<b>Market alternatives</b>	<b>Market alternatives</b>																										
<p><i>Alternatives at decentralized heating solutions at least currently are very strong, see attached graph of heat producer statistics of BDH (association of heat systems industry). Micro-CHP in new buildings is not supported (as the energy demand is very low). Additionally it has to be considered that according to my draft of a CHP roadmap the share of DH in the heat market will grow substantially. Micro-CHP in DH areas is not supported.</i></p>																											
<b>Global CBA</b>	<b>Global CBA</b>																										
<i>SPOT: 2.8 years</i>	<i>SPOT: 9 years</i>																										
<b>Legislation/support</b>	<b>Legislation/support</b>																										
<i>The booster effect of the political support for mCHP &lt; 5 kW is still not sufficient</i>																											
<b>Awareness</b>	<b>Awareness</b>																										
<b>Purchasing power</b>																											
<i>GDP: € 30 300 per year</i>																											

## Anhang 5: Bio KWK Potentialschätzung<sup>8</sup>



Figures (projections)	2010	2020	2030
Final heat demand from CHP and DH (UBA), ktoe	17.369	22.012	22.700
(Projected) heat demand from bio-energy CHP and DH (after score card), ktoe	3.474	3.044	4.086
Bio-energy penetration rate in CHP markets (DLR)	20,0%	13,8%	18,0%
Biomass availability, share heating (sust., cost-eff.), final energy (Biom. Futures), ktoe		17.643	14.014



<sup>8</sup> The national bio-CHP potential analysis is based on figures from the PRIMES database, Eurostat, the National Renewable Energy Action Plan (NREAP), and the project Biomass Futures. The analysis has been discussed and, where necessary, refined in consultations with national energy experts (see Annex 3 for the Austrian bio-CHP potential analysis or [http://www.code2-project.eu/wp-content/uploads/130712\\_Bio\\_CHP\\_EU-27.pdf](http://www.code2-project.eu/wp-content/uploads/130712_Bio_CHP_EU-27.pdf) for the complete EU-27 analysis).



Framework Assessment (Score card)	Score	Short analysis
Legislative environment	○ 1 (of 3)	After long time favourable conditions with a strong increase of bio CHP since 2004, the conditions have substantially worsened with the new RES law 2012 with the effect of a sharp decrease in investments.
Suitability of heat market for switch to bio-energy CHP	++ 3 (of 3)	High interest on bio fuels in all market segments
Share of Citizens served by DH	○ 1 (of 3)	14% of End Energy Heat consumption
National supply chain for biomass for energy	○ 1 (of 3)	High population density.
Awareness for DH and CHP	++ 3 (of 3)	

## Anhang 6: Methodologies used to calculate the saving of primary energy and CO<sub>2</sub> emissions under the roadmap

This annex refers to chapter [FEHLER! VERWEISQUELLE KONNTE NICHT GEFUNDEN WERDEN..](#)

### Substitution method

This method has been developed in the CODE2 project. In doing this, two other approaches have been considered: 1) the “replacement mix method<sup>9</sup>” from the Munich FfE institute, which however cannot be used directly for a long term comparison as needed in CODE2; 2) a method used to calculate the CO<sub>2</sub> saving resulting from a voluntary commitment of the German industry for CO<sub>2</sub> reduction<sup>10</sup>, however this method has been considered as too simple. Therefore the following more differentiated approach has been developed:

Based on an estimate of the increase in cogeneration electricity the thereby caused decrease of CO<sub>2</sub> emissions and primary energy consumption is estimated. In this approach, an attempt is made to determine the actual quantities saved compared to the base year (e.g. 2010). Hence it refers to the actual saving of fuels for the production of the amounts substituted by modern CHP plants

- a) of electricity and heat in the replaced or retrofitted old CHP plants
- b) of electricity in power plants
- c) of heat in boilers.

The savings result from a combination of three effects:

- CHP effect
- Technology effect (improved CHP technologies)
- Fuel switching (e.g. lower carbon content of natural gas compared to coal, CO<sub>2</sub> neutrality of bioenergy)

The results show the savings actually induced by the expansion of CHP compared to the situation in the base year.

This approach differs fundamentally from the methods for checking the high-efficiency according to the CHP Directive or in accordance with ANNEX II of the EED (Directive 2012/27/EU on energy efficiency), in which a comparison between CHP and the best available Technology (BAT) of separate production of electricity and heat produced is carried out strictly on a same-fuel basis.

This procedure is considered to be inappropriate to deliver an estimate of the actual fuel saving quantities by CHP over a longer period, which is considered relevant value, representing meaningful the contribution of CHP to the long-term objectives of the EU to reduce CO<sub>2</sub> emissions and primary energy consumption. The BAT approach of the CHP Directive has been developed to verify the high efficiency of individual plants, but not to determine actual saved CO<sub>2</sub> emissions and primary energy quantities by CHP expansion.

---

<sup>9</sup> 10. FfE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., Energiezukunft 2050; <http://www.ffe.de/die-themen/erzeugung-und-markt/257>

<sup>10</sup> The calculation has been made by the VIK Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V., 2010, Unpublished.



In fact, the CHP expansion is closely associated with a replacement of old by new cogeneration technologies and a change in the structure of fuel away from coal to natural gas and bio-energy. These three developments,

- replacement of separate generation by cogeneration,
- replacement of old by new cogeneration technologies,
- replacement of carbon-rich by low-carbon fuels,

can be usefully seen only as an integrated process.

To account for the uncertainties in particular with regard to fuel shares and technology development, a window of possible developments with an upper value and a lower value of emission reduction and savings has been determined. The different levels of results are due to assumptions about key parameters such as current share of electricity from cogeneration, which is replaced by electricity from new or retrofitted units, fuel shares in the replaced CHP plants, power plants and boilers as well as in the new CHP plants.

The results have been calculated based on the following input values: growth of CHP power production, share of current old CHP to be replaced by new installations and retrofitting, fuel efficiency and electric efficiency of new CHP and replaced CHP for different fuels, electric efficiency of replaced power from conventional power plants for different fuels, heat efficiency of replaced heat from boilers, corresponding fuel shares.

### **EED method**

The Primary Energy Savings methodology of the EED is used at a country level for national reporting to the Commission, and at project level for determining if CHP is highly efficient. In the methodology, each cogeneration unit is compared with the best technology for separate production of heat and electricity on the same fuel on the market in the year of construction of the cogeneration unit and the harmonized reference values are determined by fuel type and year of construction.

The underlying principle is that, knowing that regularly new investments have to be made in new energy production units, it is necessary to compare CHP with the centralized production installation which could be built using the same fuel rather than assuming a displacement of a different fuel or introduction of a new fuel. It is a logical approach when looking at the decision making process of investors or a member state government. By investing in or supporting CHP, a certain electricity generating capacity will be produced by CHP and NOT by centralized production based on the same fuel (= principle of 'avoided production').

For the timeframe of the roadmap (between 2010 and 2030), and especially in countries where there is no overcapacity, it is relevant to compare installing a certain capacity (at national level) of CHP compared to installing new capacity with another technology (power plant + gas boiler). Older installations being replaced with state-of-the-art technology is a typical reinvestment decision. New CHP-plant (or combination of smaller installations) would not necessarily lead to less production in older production installations, but would rather pre-empt investments in e.g. new CCGT investments.

## Anhang 7: Quellen

1. *Zwischenüberprüfung zum Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung*; Prognos AG and Berliner Energieagentur, 2011.
2. Numbers on CHP are published by the Federal Environment Agency (UBA) on it's website under <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodoident=2323>.  
The more detail shown numbers in this roadmap are not published but have been provided from UBA for the CODE2 project.
3. "Förderkatalog" (database published by the Federal Government: <http://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/StartAction.do>)
4. KfW Bank, oral information provided by Kai Pöhler on 3 April 2013.
5. "Branchenbarometer" 2/2012, published by "biogaspartner", an initiative launched by the German Energy Agency DENA, see <http://www.biogaspartner.de/branchenbarometer/branchenbarometer-22012.html>
6. Report of the German Government to the EU commission determining the potentials for high-efficiency cogeneration in accordance with Article 6 of EU Directive 2004/8/EC. "Analyse des nationalen Potenzials für den Einsatz hocheffizienter KWK, einschließlich hocheffizienter Kleinst-KWK in Deutschland - Bericht entsprechend Artikel 6 Absätze 1 und 2 der Richtlinie 2004/8/EG über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im europäischen Binnenmarkt." The report was based on a study carried out by Bremer Energie Institut and Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), 2005.
7. Documentation of an experts workshop organized by Agora Energiewende in February 2013 titled "Die Zukunft des EEG – Evolution oder Systemwechsel?" ([http://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/AGORA\\_EEG\\_Reader\\_130213\\_Web.pdf](http://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/AGORA_EEG_Reader_130213_Web.pdf)).
8. AGFW-Hauptbericht 2011
9. Lead Study - Further development of the "Strategy to increase the use of renewable energies" within the context of the current climate protection goals of Germany and Europe
10. FfE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., Energiezukunft 2050; <http://www.ffe.de/die-themen/erzeugung-und-markt/257>.
11. Wärmebedarf und Fernwärmepotenzial der Haushalte in Deutschland, Dr. Markus Blesl, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart.
12. DIHK – Deutscher Industrie- und Handelskammertag, IHK-Energiewende-Barometer 2012
13. Press release of the German Association of Energy and Water Industries, 2013 - <http://www.stadtwerke-quedlinburg.de/index.php/92-startseite/startseite/338-unternehmen1>
14. Statistisches Bundesamt, Fachserie 5 Reihe 3, Bautätigkeit und Wohnungen, 2011
15. Erschließung von Minderungspotenzialen spezifischer Akteure, Instrumente und Technologien zur Erreichung der Klimaschutzziele im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (EMSAITEK) - Endbericht zu PART III: Beitrag von Mini-KWK-Anlagen zur Zielerreichung der Nationalen Klimaschutzinitiative; Bremer Energie Institut, Institut für Zukunftsenergiesysteme, 2011
16. Documentation on a debate about "Kapazitätsmarkt oder strategische Reserve: Was ist der nächste Schritt?" organised from Agora Energiewende in March 2013: <http://www.agora-energiewende.de/themen/strommarkt-versorgungssicherheit/detailansicht/article/kapazitaetsmarkt-oder-strategische-reserve/>
17. „Ergänzende Untersuchungen und vertiefende Analysen zum EEWärmeG (Folgevorhaben) – Endbericht, December 2010;
18. Position paper of the German CHP Association (B.KWK), Vermiedene Netznutzungsentgelte, 2007
19. EEG/KWK-G Informationsplattform der Deutschen Übertragungsnetzbetreiber [http://www.eeg-kwk.net/de/file/Veroeffentlichung\\_Anlage\\_1\\_und\\_2.pdf.pdf](http://www.eeg-kwk.net/de/file/Veroeffentlichung_Anlage_1_und_2.pdf.pdf).